O PARADOXO GALERIA PROGRESSIVA:
configuração espacial e foco à luz da morfologia
da arquitetura e da neurociência.

Ana Luisa Oliveira Rolim

Tese de Doutorado apresentada ao Programa de
Pós-graduação em Desenvolvimento Urbano –
MDU da Universidade Federal de Pernambuco-UFPE,
como requisito parcial para obtenção do
título de Doutora em Desenvolvimento Urbano

Orientador: Luiz Amorim

Recife, Fevereiro de 2020

.Catalogação de Publicação na Fonte. UFPE - Biblioteca Central

Rolim, Ana Luisa Oliveira.
O paradoxo galeria progressiva: configuração espacial e foco à luz da morfologia da arquitetura e da neurociência / Ana Luisa Oliveira Rolim. - Recife, 2020.
567f.: il.

Tese (Doutorado)- Universidade Federal de Pernambuco, Centro de Artes e Comunicação (CAC), Programa de Pós-graduação em Desenvolvimento Urbano (MDU), 2020.
Orientação: Luiz Amorim.

1. Sintaxe espacial; 2. Arquitetura de museus; 3. Neurociência e arquitetura. I. Amorim, Luiz. II. Título.

UFPE-Biblioteca Central

"Hunger makes me a modern girl."

(Carrie Brownstein)

AGRADECIMENTOS

A Luiz Amorim, pela orientação, amizade e muita paciência nesta jornada nada ortodoxa e um tanto quanto paradoxal, e por ter me dito, ainda em 2014: “o negócio agora é a neurociência”. E assim o foi.

À Larissa Falavigna por te encarado este trabalho nada convencional, recém-saída da escola de arquitetura, com dedicação e muita paciência no fazer e refazer de todas a coisas, ajuda sem a qual eu teria passado ainda um bom tempo tentando transcrever percursos e picos de foco.

A André Fox pela presteza, equipamento e, sobretudo, entusiasmo em ligar as máquinas e me fazer “botar para rodar no mundo virtual” e à Bianca Oliveira pela ajuda nestes meses finais tão importantes.

À Ann Rossetti, em Nova Iorque, que, sem o apoio constante, eu não teria conseguido passar tantas horas no museu Guggenheim.

À neurocientista Sílvia Laurentino, por tentar descomplicar as redes neurais, me apresentando ao mundo do foco, e pelas tantas conversas desde a formação do projeto de tese.

Ao professor Fernando Diniz e ao colega Cristiano Borba, pelo apoio e discussões, principalmente quando a tese estava em formação.

Aos professores Bob Condia, da Kansas State University pelo apoio no início dos trabalhos e ao professor Harry Mallgrave, do Illinois Institute of Technology, por ter respondido com prontidão a uma estranha que lia seus livros, e, depois, por ter lido meu projeto de tese e provocado a abertura de caminhos (e muitas sinapses que vieram depois.)

Aos voluntários que participaram dos experimentos em realidade virtual e interface cérebro-computador, que pacientemente esperaram que ajustássemos os dispositivos em busca de respostas cerebrais, sem as quais esta pesquisa não teria se concretizado.

À Unicap e ao curso de Arquitetura e Urbanismo por terem me fornecido o espaço para realização dos experimentos em realidade virtual e interface cérebro-computador e apoio para a impressão dos volume da tese.

Aos colegas da Unicap, principalmente à Andrea Câmara, Paula Maciel e Clarissa Duarte por serem pacientes com minhas ausências neste último ano de tese.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior–CAPES, pelo financiamento desta pesquisa.

À minha mãe, por estar sempre disponível e presente.

A meus gatos pelo apoio psicológico essencial.

RESUMO

A pesquisa é ancorada na teoria da sintaxe espacial - SE (HILLIER e HANSON, 1984; HILLIER, 1996; HANSON, 1998) com o objetivo de aferir em que medida o tipo de arranjo de espaço expositivo com disposição sequencial dos ambientes, denominado "galeria progressiva" (BENNET, 1995; SUTTON, 2000), interfere no comportamento espacial de visitantes. Para tanto, além de recursos da SE, propõe-se sua interface com a neurociência, especificamente quanto à função cognitiva da atenção em sujeitos. Três temas chave circundam a abordagem: relação entre arranjo espacial em galerias sequenciais e os padrões de exploração de visitantes, a inteligibilidade do leiaute e o funcionamento do museu enquanto espaço social. Centrando-se na galeria progressiva (GP), modo de organização espacial sedimentado no século XIX, o recorte empírico adota como estratégias principais a contextualização histórica, a análise morfológica e experimentações com modelos de GP, organizando-se nos seguintes procedimentos: enquadramento da GP na tradição da produção de museus sobretudo nos séculos XVIII e XIX; aferições sintáticas de configurações hipotéticas reduzidas, exemplares de museus do referido período e de dois casos de GP moderna reconhecidos na literatura, o Solomon R. Guggenheim Museum (1943-1959), projetado por Frank Lloyd Wright e o Museu do Crescimento Ilimitado (1939), por Le Corbusier e, finalmente, aferição e análise sintática de 54 modelos hipotéticos de GP e da medida de atenção de foco capturada em dez sujeitos enquanto experienciam algumas destas variações ambientadas virtualmente.

ABSTRACT

Anchored in the theory of space syntax - SE (Hillier and Hanson, 1984; Hillier, 1996; Hanson, 1998) the aim in this thesis is to measure to which extent the type of exhibition space setting with sequential arrangement of rooms, referred in the literature as the 'galleria progressiva' (Bennet, 1995; Sutton, 2000), interferes in the spatial behavior of visitors. In addition to SE resources, it proposes its interface with neuroscience, specifically regarding the cognitive function of attention in individuals. Three key themes surround the approach: the relationship between spatial arrangement in sequential galleries and patterns of visitor exploration, the intelligibility of the layout and the functioning of the museum as a social space. Focusing on the 'galleria progressiva' (GP) as a mode of spatial organization born in between the 18th and 19th centuries, the empirical approach adopts historical context, morphological analysis and experiments with hypothetical GP layouts as main strategies, which will evolve around the following procedures: contextualizing the GP in the tradition of museum production, especially in the 18th and 19th centuries; calculating syntactic measures and analyzing spatial properties of reduced hypothetical GP layouts, examples of museums and art galleries from the same period, as well as two cases of modern GP highly recognized in the literature, the Solomon R. Guggenheim Museum (1943-1959), designed by Frank Lloyd Wright and the Museum of Unlimited Growth (1939), by Le Corbusier and, finally, calculating syntactic measures and analyzing spatial properties of 54 more complex, hypothetical layouts of GP, and obtaining the measure of focus captured in ten subjects while experiencing some of these layouts set in immersive virtual reality environments.

LISTA DE FIGURAS

Figura 01: Xilogravura ilustrando visita ao museu do Ferrante Imperato, Nápoles, 1599.....35
Figura 02: O gabinete de curiosidade de Pedro, o Grande (1718-34).....35
Figura 03: Vista leste e planta baixa, Ashmolean Museum (1679-83).....37
Figura 04: A Grande Galerie do Louvre, de Hubert Robert, 1795.....39
Figura 05: Altes Museum (Karl Friedrich Schinkel, 1823-30).....40
Figura 06: Alte Pinakothek (Leo von Klenze, 1826-36).....40
Figura 07: Tate Britain Millbank (Sidney R. J. Smith, 1897).....40
Figura 08: Plantas baixas, National Gallery and Royal Academy (William Wilkins, 1836).....42
Figura 09: Brooklyn Museum, McKim, Mead & White (1895-1926), com porção executada em destaque.....44
Figura 10: Primeiro pavimento do Metropolitan Museum of Art, em 1916, Richard Morris Hunt (1870).....44
Figura 11: Museu do Crescimento Ilimitado (MCI), Le Corbusier, 1939.....46
Figura 12: Pesquisador navegando na StarCAVE, Calit2, Califórnia, EUA.....50
Figura 13: Experimento com realidade virtual imersiva, Spiers Lab, UCL, Londres.....50
Figura 14: Revista Architectural Record dedicada à neurociência.....51
Figura 15: Publicação ANFA 2014.....51
Figura 16: Publicação ANFA 2016.....51
Figura 17: Diagrama ilustrativo da ideia de Barret (2008) sobre os sistemas sensorial e visceral-motor.....56
Figura 18: O MG como um espaço social, vista do átrio, 2018.....59
Figura 19: Diagrama da lógica geral da representação da SE de como pessoas andam, interagem e veem.....61
Figura 20: Os espaços tipo abcd de acordo com sua incorporação no leiaute.....65
Figura 21: Uma das possibilidades extremas de estrutura espacial em museus com um anel único no qual o visitante tem de seguir a mesma sequência de espaços na mesma ordem.....66
Figura 22: Uma das possibilidades extremas de estrutura espacial em museus, na qual tem-se a conexão máxima entre espaços que tendem a formar um complexo difícil de entender e impossível de visitar numa sequência ordenada.....66
Figura 23: Museu para uma Pequena Cidade (Mies van der Rohe,1942).....76
Figura 24: Museu para uma Pequena Cidade (Mies van der Rohe,1942) 76
Figura 25: Solomon R. Guggenheim Museum (MG), vista interna, Frank Lloyd Wright, 1958.....77
Figura 26: Guggenheim Museum, inaugurado em 1959 (Frank L. W., 1943-59).....78
Figura 29: Museo Pio-Clementino (M.Simonetti e G. Camporesi,1773-80).....86
Figura 27: Antiquarium (G. Strada, W. Egkl e F. Sustris,1569-71).....86
Figura 28: Sabbioneta (V. Scamozzi,1583-90).....86

Figura 32: Projeto de um museu (Guy de Gisors (esq.) e J,-F. Delannoy (dir.), 1778-79).....87
Figura 30: Musée des Beaux Arts (Pièrre-Adrien, 1810).....87
Figura 31: Projeto de uma galeria (L.-F. Trouard, 1753).....87
Figura 33: Exhibition Gallery at the Louvre, tela de Samuel F.B. Morse.....88
Figura 34: Projeto de museu apresentado nos Précis des leçons (J.-N.-L. Durand, 1802-09).....89
Figura 35: Projeto para um monument (E.-L. Boullée,1783).....89
Figura 36: Glypothek (Leo von Klenze, 1815-30).....90
Figura 37: Alte Pinakothek (Leo von Klenze, 1823-36). 90
Figura 38: Altes Museum (K.F. Schinkel, 1823-30).....90
Figura 39: Piso térreo, MoMA (Goodwin and Stone, 1929).....93
Figura 41: Museu projeto Mundaneum (Corbusier, 1929).....93
Figura 43: Museu para uma pequena cidade, Mies van der Rohe, 1942).....93
Figura 45: Galerias Museu Guggenheim (F.L. Wright, 1943-59).....93
Figura 42: Museu do crescimento ilimitado (Corbusier, 1939).....93
Figura 44: Museu para uma pequena cidade, montagem do interior (Mies van der Rohe, 1942) 93
Figura 46: Rotunda Museu Guggenheim (F.L. Wright 1943-59).....93
Figura 40: Galerias, MoMA, 1939.....93
Figura 47: Plantas baixas de GP pura, GP e SP com 4,6 e 8 espaços convexos.....95
Figura 48: Grafos de permeabilidade e grafos justificados da GP e SP hipotéticas com 4, 6 e 8 espaços convexos 96
Figura 49: mapas sintáticos e grafo justificado SP hipotética com 4 espaços convexos.....98
Figura 50: Mapas axiais e convexos, e grafos justificados de leiautes de GP e SP com 6 espaços.....99
Figura 51: Mapas convexos e axiais, e grafos justificados leiautes GP e SP com oito espaços.....100
Figura 52: Leiautes GP-4 e SP-4, e alternativas com alteração no posicionamento de permeabilidades.....102
Figura 53: Análise sintática de leiautes hipotéticos de GP com 4 espaços convexos.....103
Figura 54: Mapas VGA, portões e percursos GP com 4 espaços convexos.....106
Figura 55: Mapas VGA, portões e percursos SP com 4 espaços convexos.....106
Figura 56: Mapas VGA, portões e percursos GP com 6 espaços convexos.....106
Figura 57: Mapas VGA, portões e percursos SP com 6 espaços convexos.....106
Figura 58: Mapas VGA, portões e percursos GP com 8 espaços convexos.....107
Figura 59: Mapas VGA, portões e percursos SP com 8 espaços convexos.....107
Figura 60: Isovistas nos nódulos mais integrados do leiaute GP-4.....108
Figura 61: Isovistas nos nódulos mais integrados do leiaute SP-4.....108
Figura 62: Isovistas nos nódulos mais integrados do leiaute GP-6.....109

Figura 63: Isovistas nos nódulos mais integrados do leiaute SP-6.....109
Figura 64: Isovistas nos nódulos mais integrados do leiaute GP-8.....110
Figura 65: Isovistas nos nódulos mais integrados do leiaute SP-8.....111
Figura 66: portões mais densos sobrepostos às isovistas no espaço de acesso, leiautes tipo GP.....113
Figura 67: portões mais densos sobrepostos às isovistas no espaço de acesso, leiautes tipo SP.....113
Figura 68: Plantas baixas resumidas, mapas convexos e grafos justificados de GPs em linha reta (da esquerda à direita: Sabbioneta, Antiquarium, Altes Pinakothek parcial e Glyptothek parcial).....120
Figura 69: Mapas axiais e de visibilidade por conectividade (VGA), de contagem de portões e percursos de agentes autômatos em GPs em linha reta (da esquerda à direita: Sabbioneta, Antiquarium (acima)e Glyptothek e Altes Pinakothek parciais(abaixo).....121
Figura 70: Plantas baixas resumidas, mapas convexos, axiais, de visibilidade por conectividade(VGA), de contagem de portões e de percursos de agentes, e grafos justificados da Grande Galerie do Louvre.....122
Figura 71: Plantas baixas resumidas, mapas convexos e grafos justificados de galerias progressivas radiais(de cima para baixo: rotundas do Musée de Beaux-Arts, Museo Pio-Clementino, Altes Museum e do museu ideal concebido por Durand).....128
Figura 72: Mapas axial, de visibilidade (VGA) por conectividade, de contagem portões e percursos de agentes autômatos em GPs radiais(de cima para baixo: rotundas do Musée de Beaux-Arts, Museo Pio-Clementino, Altes Museum e do museu ideal concebido por J.-N.-L. Durand).....129
Figura 73: Plantas baixas resumidas, mapas convexos e grafos justificados de galerias progressivas híbridas (na parte superior, a Glyptothek e, na inferior, um leiaute parcial do Altes Museum).....133
Figura 74: mapas axial, de visibilidade (VGA), de contagem portões e percursos de agentes autômatos em galerias progressivas híbridas (na parte superior, a Glyptothek e, na inferior, um leiaute parcial do Altes Museum).....134
Figura 75: Plantas baixas resumidas, mapas convexos e grafos justificados de galerias progressivas híbridas (na parte superior, um leiaute parcial do museu concebido por Durand; no meio, a Altes Pinakothek e abaixo o Altes Museum).....137
Figura 76: Mapas axial, de visibilidade (VGA), de contagem portões e percursos de agentes autômatos em galerias progressivas híbridas (na parte superior, um leiaute parcial do museu concebido por Durand; no meio, a Altes Pinakothek e abaixo o Altes Museum).....138
Figura 77: Sistema de circulação em catavavento sobreposto à espiral no piso superior, planta elaborada com base em LE CORBUSIER, 1946.....155
Figura 78: Sistema de circulação em catavavento sobreposto à espiral no piso superior, modelo digital elaborado com base em LE CORBUSIER, 1946.....155
Figura 79: Concha *nautiluspompillius* e esboço do retângulo áureo.....157
Figura 80: Esboços de Le Corbusier para o Museu do Crescimento Ilimitado.....157

Figura 81: Esboços de Le Corbusier de esquemas de circulação em espiral.....158
Figura 82: Esboços de Le Corbusier de esquemas de circulação em espiral.....158
Figura 83: Maquete do MCI, vista de topo com cobertura removida.....160
Figura 84: Maquete do MCI, vista de topo com cobertura removida.....160
Figura 85: Esboços da configuração em espiral em movimento centrífugo, centrípeto e nem no centro ou na periferia (Museu do Crescimento Ilimitado, Museu Solomon R. Guggenheim e Villa Savoye).....163
Figura 86: Johnson & Son, Racine, Winsconsin (F.L. Wright, 1936-39).....167
Figura 87: Laboratório Johnson & Son, Racine, Winsconsin (F.L. Wright, 1943-50).....168
Figura 88: Gordon Strong Automobile Objective and Planetarium, Maryland, EUA (F.L. Wright,1924-25).....169
Figura 89: Musée Mondial (Le Corbusier,1929).....170
Figura 90: Cortes Solomon R. Guggenheim Museum (F.L. Wright,1944).....171
Figura 91: Exposição na suíte do casal Guggenheim, Plaza Hotel, 1937.....177
Figura 93: Anúncio do MNOP da revista Art Digest, 1945.....177
Figura 92: Galeriano MNOP, 1945. 177
Figura 94: Anúncio imobiliário do edifício do MNOP, 1938.....177
Figura 95: Esboço para um edifício na Feira Internacional de 1939, Hilla Rebay, 1937.....178
Figura 97: Anúncio do MNOP no jornal Herald Times, 26 de março de 1943.....178
Figura 96: Esboço em planta baixa de edifício na Feira Internacional de 1939, Hilla Rebay, 1937.....178
Figura 98: Mapa da imobiliária Douglas Gibbons com lotes do futuro sítio do MG, 1947.....178
Figura 99: Esquema "C", 1943-44.....180
Figura 101: Esquema "B", 1943-44.....180
Figura 103: Esquema "A", 1943-44.....180
Figura 105: Segundo nível, com torre maior à direita.....180
Figura 100: Planta baixa esquema "C", 1943-44. 180
Figura 102: Esquema "A", corte.....180
Figura 104: Esquema "A", galeria principal segundo nível.....180
Figura 106: Pavimento térreo, 1952.....180
Figura 107: Maquete apresentada à imprensa, Nova Iorque, 1945. 183
Figura 108: Esboço de vista interna do Museu Solomon R. Guggenheim, Frank L. Wright, 1958.....186
Figura 109: Planta baixa torre Monitor, F. L. Wright.....187
Figura 111: Funcionários no Monitor, vistos do segundo nível, provavelmente em 1959.....187
Figura 110: Corte torre Monitor, F. L. Wright.....187
Figura 112: Vista do segundo nível do antigo Monitor hoje, com exposições acima e loja no térreo. 187

Figura 113: Pavimento térreo e galeria principal, 1959.....189
Figura 114: Pavimento térreo e galeria principal, por Gwathmey Siegel and Associate Architects.....189
Figura 115: A experiência de continuidade na galeria da rampa do MG.....190
Figura 116: Continuidade da experiência da visitação da rampa em espiral é interrompida.....190
Figura 117: Torres menor e maior separadas por passagem de automóveis, no térreo, e ponte no piso superior. Fonte: STOLLER, 1959.....191
Figura 118: Antiga separação entre torres menor e maior com fechamento em vidro, hoje ocupado por loja.....191
Figura 119: corte transversal, Gwathmey Siegel and Associate Architects, 1989.....193
Figura 120: fachada norte, Gwathmey Siegel and Associate Architects, 1989.....193
Figura 121: fachada oeste, Gwathmey Siegel and Associate Architects, 1989.....193
Figura 122: maquete física, Gwathmey Siegel and Associate Architects, 1989. Fonte: MONTANER, 1990, p.89.....193
Figura 123: Trilhas de autômatos na Tate Britain Gallery, Millbank, Londres, com áreas escuras indicando baixa contagem e as mais claras, contagens mais altas.....200
Figura 124: O movimento real de 19 pessoas seguidas no primeiros 10 minutos da visita na Tate Britain Gallery, Millbank, Londres.....200
Figura 125: Amostragem de mapas e fotografias do rastreamento inicial de visitantes no MG.....201
Figura 126: Visitantes interagindo com o átrio e suas diferentes visadas.....203
Figura 127: Mosaico mostrando visitantes interagindo com o átrio.....204
Figura 128: Visitantes interagindo com obras de arte, junho 2017.....205
Figura 129: Exemplos de mapeamentos digitalizados de percursos de visitantes rastreados no MG.....207
Figura 130: Mapas de percursos de 12 visitantes rastreados nos pavimentos térreo e nível 2.....213
Figura 131: Mapas de percursos de 44 visitantes rastreados nos pavimentos térreo e nível 2.....213
Figura 132: Detalhe do mapas de percursos de 12 (esq.) e 44 (dir.) visitantes rastreados na High Gallery.....213
Figura 133: Rampa do térreo, com portão (linha tracejada) e elevador, ao fundo.....215
Figura 134: Montagem com fotos estáticas do átrio do MG.....216
Figura 135: Planta típica nas galerias rampa e nichos observados.....219
Figura 136: Mosaico com alguns dos nichos observados no MG.....220
Figura 137: Mapas convexos do térreo (acima) e nível 2 (abaixo) por conectividade (esq.) e integração (dir.), 1959.....227
Figura 138: Mapas convexos do térreo (acima) e nível 2 (abaixo) por conectividade (esq.) e integração (dir.), 1992.....227
Figura 139: Grafos justificados dos leiautes de 1959 (esq.) e 1992 (dir.) com espaços estruturadores em destaque.....230
Figura 140: Tipos de espaços convexos nos leiautes de 1959 (acima) e 1992 (abaixo).....232
Figura 141: Tipos de espaços sobrepostos aos mapas convexos por conectividade, leiautes de 1959 (acima) e 1992 (abaixo).....233

Figura 142: Tipos de espaços sobrepostos aos mapas convexos por integração (HH), leiautes de 1959 (acima) e 1992 (abaixo). 234
Figura 143: Mapas axiais por conectividade no térreo e nível 2, 1959.....237
Figura 144: Mapas axiais por conectividade no térreo e nível 2, 1992.....237
Figura 145: Mapas axiais por conectividade no térreo e nível 2, 1959.....238
Figura 146: Mapas axiais parciais por conectividade do antigo monitorno térreo (esq.) e pavimento superior (dir.), 1992 238
Figura 147: Mapas VGA por conectividade, térreo e nível 2, 1959. 240
Figura 148: Mapas VGA por conectividade, térreo e nível 2, 1992.....240
Figura 149: Mapas VGA parciais com nós de maior integração visual (HH), 1959.....241
Figura 150: Mapas VGA parciais com nós de maior integração visual (HH), 1992.....241
Figura 151: Mapa VGA por integração visual (HH) com espaços mais integrados, nível 2 (1992) com peitoril.....242
Figura 152: Mapa VGA por integração visual (HH) com espaços mais integrados, nível 2 (1992) sem peitoril.....242
Figura 153: Mapa VGA por integração visual (HH) com espaços mais integrados, nível 2 (1992) sem peitoril.....245
Figura 154: Mapa VGA por integração visual (HH) com espaços mais integrados, nível 2 (1992) sem peitoril.....245
Figura 155: isovistas nível 2 MG, leiaute 1959.....246
Figura 156: isovistas nível 2 MG, leiaute 1992.....246
Figura 157: Mapas de contagem de portões, 1959. 248
Figura 158: Mapas de contagem de portões, 1992.....248
Figura 159: Mapas parciais de contagem de portões, indicando nós de maior fluxo, 1959.....249
Figura 160: Mapas parciais de contagem de portões, indicando nós de maior fluxo, 1992.....249
Figura 161: Percursos de 44 agentes autômatos sobrepostos aos dos 44 visitantes observados in loco no térreo (leiaute 1992). 250
Figura 162: Percursos de 44 agentes autômatos sobrepostos aos de 44 visitantes observados no nível 2 (leiaute 1992) 250
Figura 163: Percursos de 44 visitantes(esq.) e 44 agentes autômato(dir.) sobrepostos aos portões de maior fluxo no leiaute de 1992.....253
Figura 164: Planta baixa piso superior, MCI, 1939. 255
Figura 166: Plantas baixas do térreo (esq.), piso superior (centro) e mezanino (dir.), MCI, 1939. Fonte: ROLIM, AMORIM e JABORANDY, 2018.....255
Figura 165: Esboços Le Corbusier,1939.....255
Figura 167: Diagramas da espiral ortogonal e do esquema cata-vento.....256
Figura 168: Maquete física, MCI, 1939.....256

Figura 169: mapas convexos MCI por conectividade (esq.) e integração (HH) (dir.), pisos térreo (acima) e superior (abaixo).....258
Figura 170: Espaços com maior grau de conectividade (esq.) e com maiores valores de HH (dir.) sobrepostos ao esquema do cata-vento no MCI.....259
Figura 171: Tipos e quantidade de espaços convexos no leiaute do MCI.....259
Figura 172: Tipos de espaços sobrepostos aos mapas convexos por conectividade.....260
Figura 173: tipos de espaços sobrepostos aos mapas convexos por integração (HH).....261
Figura 174: Grafo justificado MCI.....263
Figura 175: Corredor de acesso MCI, piso térreo.....264
Figura 176: Corredor de acesso MCI, piso térreo.....264
Figura 177: Corredor de acesso leva ao átrio central MCI, piso térreo.....264
Figura 178: Planta do piso superior, com indicação de local de vista 3D.....265
Figura 179: Vista do pavimento superior em direção ao átrio central.....265
Figura 180: Mapa axial piso térreo MCI.....267
Figura 181: Mapa axial piso superior MCI.....267
Figura 182: Mapa axial por conectividade sobreposto à planta do térreo, com indicação de local de vista 3D.....268
Figura 183: Vista do térreo na linha axial mais conectada.....268
Figura 184: Mapa axial por conectividade sobreposto à planta do piso superior, com indicação de local de vista 3D. 269
Figura 185: Vista do pavimento superior na linha axial mais conectada.....269
Figura 186: Mapas VGA por conectividade no térreo e nível superior.....271
Figura 187: Mapas VGA parciais dos pisos térreo(esq.) e superior (dir.) com nós de maior integração visual.....271
Figura 188: Mapa VGA parcial com nós mais integrados simulado sem barreiras ao redor do átrio.....272
Figura 189: : Esboço de Le Corbusier para o Museu de Arte Contemporânea (Paris, 1931).....272
Figura 190: Isovistas nos espaços estruturadores no térreo.....274
Figura 191: Isovistas nos espaços estruturadores no piso superior.....274
Figura 192: Vista do eixo 2 do cata-vento para o exterior.....275
Figura 193: Vista de uma galeria do anel externo, por entre mezaninos.....275
Figura 194: Mapas de contagem de portões com fluxo de autômatos.....277
Figura 195: Mapas parciais de contagem de portões, indicando nós de maior fluxo.....277
Figura 196: Nódulos com maior integração visual (circulado) sobrepostos aos portões mais densos.....278
Figura 197: Vista para o exterior a partir dos nódulos com portões mais transitados por autômatos.....278
Figura 198: Vista para o átrio a partir dos nódulos com portões mais transitados por autômatos.....278
Figura 199: Mapas de percursos de 44 agentes autômatos no pisos térreo (esq.) superior (dir.).....279

Figura 200: Percursos de 44 agentes autômatos em leiaute ampliado hipoteticamente, com 4 anéis de galerias.....279
Figura 201: Percursos de 44 agentes autômatos sobrepostos aos portões de maior fluxo no pisos térreo (esq.) superior (dir.).....280
Figura 202: Reconstrução corte longitudinal, MG, 1959.....281
Figura 203: Diagrama de como o conhecimento é adquirido ao longo de um percurso no MCI.....281
Figura 204: Exemplos de extrusões verticais, com e sem aberturas nas lajes e circulação vertical (em vermelho).....283
Figura 205: Exemplos de empilhamentos verticais sucessivos, com e sem aberturas nas lajes e circulação vertical (em vermelho).....283
Figura 206: Exemplos de extrusão vertical e empilhamento vertical sucessivo, com aberturas nas lajes e circulação vertical.....283
Figura 207: Mapas convexos com espaços principais de galeria na Alte Pinakothek (esq.), Glyptothek (centro) e MG (di r.).....286
Figura 208: Mapas convexos por conectividade térreo (acima) e nível 2 (abaixo) MG, leiautes 1959 (esq.) e 1992 (dir.) 286
Figura 209: : Mapas convexos por conectividade MCI térreo (esq.) e piso superior (dir.).....286
Figura 210: Mapa convexo por conectividade Altes Museum. 286
Figura 211: Mapas convexos por integração (HH)nos leiautes do MG 1959 (esq.) e 1992 (dir.), térreo (acima) e nível 2 (abaixo).....287
Figura 212: Mapas convexos por integração (HH), MCI térreo (esq.) e piso superior (dir.).....287
Figura 213: Grafos justificados MCI (esq.) e MG, 1959 (centro) e 1992 (dir.).....290
Figura 214: Grafo justificado Altes Pinakothek.....290
Figura 215: Grafo justificado Altes Museum.....290
Figura 216: Grafo justificado Glyptothek.....290
Figura 217: Mapa axial MG, térreo, 1959.....292
Figura 219: Mapa axial MG, térreo, 1992.....292
Figura 221: Mapa axial MCI, térreo.....292
Figura 223: Mapa axial Glyptothek, térreo.....292
Figura 225: Mapa axial Altes Pinakothek, térreo.....292
Figura 218: Mapa axial MG, nível 2, 1959. 292
Figura 220: Mapa axial MG, nível 2, 1992.....292
Figura 222: Mapa axial MCI, piso superior.....292
Figura 224: Mapa axial Altes Museum, térreo.....292
Figura 226: Grafos VGA parciais com espaços mais integrados, MG, 1959.....294

Figura 228: Grafos VGA parciais com espaços mais integrados, MCI.....294
Figura 229: Grafos VGA parciais e espaços mais integrados testados com remoção do peitoril ao redor dos átrios no piso superior, MG (esq.), MCI(dir.).....294
Figura 227: Grafos VGA parciais com espaços mais integrados, MG, 1992.....294
Figura 230: Isovistas nos espaços estruturadores do MG e MCI.....295
Figura 231: Mapa VGA conectividade, MG térreo, 1959.....296
Figura 232: Mapa VGA conectividade, MG térreo, 1992.....296
Figura 233: Mapa VGA conectividade, MCI térreo.....296
Figura 234: Mapa VGA conectividade, museu por Jean-Nicolas-Louis Durand.....296
Figura 239: Mapa VGA conectividade, Glyptothek.....296
Figura 235: Mapa VGA conectividade, MG nível 2, 1959.....296
Figura 236: Mapa VGA conectividade, MG nível 2, 1992.....296
Figura 237: Mapa VGA conectividade, MCI piso superior.....296
Figura 238: Mapa VGA conectividade, Altes Pinakothek.....296
Figura 240: Mapa VGA conectividade, Altes Museum.....296
Figura 241: Percursos de agentes autômatos no MG, 1959, térreo (erq.) e nível 2 (dir.).....298
Figura 242: Percursos de agentes autômatos no MG, 1992, térreo (erq.) e nível 2 (dir.).....298
Figura 243: Percursos de agentes autômatos no MCI, térreo (erq.) e nível 2 (dir.).....298
Figura 244: Percursos de autômatos na Glyptothek.....298
Figura 246: Percursos de agentes autômatos na Altes Pinakothek.....298
Figura 245: Percursos de autômatos no Altes Museum.....298
Figura 247: Complexo-a e complexo-p (diagramas “b” a “e”).....316
Figura 248: O processo do agente autômato segundo o Sistema de Arquitetura Visual Exossomática (EVA). 316
Figura 249: Diagrama geração da forma MCI e geometria da galeria progressiva pura.....318
Figura 250: Diagrama geração da forma MG e geometria da galeria progressiva pura.....319
Figura 251: Galerias progressivas históricas com sequência única de espaços.....320
Figura 252: Mapas VGA de galerias progressivas seminais.....321
Figura 253: Relação entre leiautes criados e aqueles do Solomon R. Guggenheim Museum.....323
Figura 254: Mosaico com espaços adjacentes às galerias da rampa no MG - sala de leitura acrescida em 1978 (acima), galeria anexa em 1992 (ao centro), galeria na antiga biblioteca e High Gallery (abaixo).....324
Figura 255: A GP pura e suas mutações senoide, chanfro, nicho e cavidade contínua.....327
Figura 256: Galerias senoide, chanfro e nicho com células espaciais agregadas, rasas e médias.....328
Figura 257: Galerias senoide, chanfro e nicho com células espaciais agregadas, rasas e médias.....329

Figura 258: As três primeiras etapas de transformação das galerias sem CEA.....332
Figura 259: Etapas 4, 5 e 6 de transformação das galerias envolvendo a adição de CEAs.....333
Figura 260: Plantas (esq.), mapas conexos (ao centro) e axiais (dir.) das galerias senoide única, dupla simétrica e dupla assimétrica.....335
Figura 261: Plantas (esq.), mapas conexos (ao centro) e axiais (dir.) das galerias chanfro única, dupla simétrica e dupla assimétrica.....336
Figura 262: Plantas (esq.), mapas conexos (ao centro) e axiais (dir.) das galerias nicho única, dupla simétrica e dupla assimétrica.....337
Figura 263: Plantas (esq.), mapas conexos (ao centro) e axiais (dir.) das galerias senoide única, dupla simétrica e dupla assimétrica com CEAs rasa e média.....338
Figura 264: Plantas (esq.), mapas conexos (ao centro) e axiais (dir.) das galerias senoide única, dupla simétrica e dupla assimétrica com CEAs profunda. 339
Figura 265: Plantas (esq.), mapas conexos (ao centro) e axiais (dir.) das galerias chanfro única, dupla simétrica e dupla assimétrica com CEAs rasa e média.....340
Figura 266: Plantas (esq.), mapas conexos (ao centro) e axiais (dir.) das galerias chanfro única, dupla simétrica e dupla assimétrica com CEAs profunda.....341
Figura 267: Plantas (esq.), mapas conexos (ao centro) e axiais (dir.) das galerias nicho única, dupla simétrica e dupla assimétrica com CEAs rasa e média.....342
Figura 268: Plantas (esq.), mapas conexos (ao centro) e axiais (dir.) das galerias nicho única, dupla simétrica e dupla assimétrica com CEAs profunda.....343
Figura 269: Diagrama de mapa convexo e grafo justificado tipo 1.....345
Figura 270: Diagrama de mapa convexo e grafo justificado tipo 2.....345
Figura 271: Diagrama de mapa convexo e grafo justificado tipo 3.....345
Figura 272: Diagrama de mapa convexo e grafo justificado tipo 4.....346
Figura 273: Exemplos de galerias sem e com CEAs de acordo com os espaços tipo a,b,c, e d. 347
Figura 274: Mapas convexos por permeabilidade física e por visibilidade das variações senoides com CEAs.....357
Figura 275: Mapas convexos por permeabilidade física e por visibilidade das variações senoides com CEAs.....358
Figura 276: Mapas convexos por permeabilidade física e por visibilidade das variações chanfros com CEAs.....359
Figura 277: Mapas convexos por permeabilidade física e por visibilidade das variações chanfros com CEAs.....360
Figura 278: Mapas convexos por permeabilidade física e por visibilidade das variações nichos com CEAs.....361
Figura 279: Mapas convexos por permeabilidade física e por visibilidade das variações nichos com CEAs.....362
Figura 280: Mapas axiais das galerias senoides.....365
Figura 281: Mapas axiais das galerias chanfros.....366

Figura 282: Mapas axiais das galerias nichos.....367
Figura 283: Estágio inicial da barreira com um único campo visual (linha reta) e sua deformação (senoides, chanfros e nichos) com múltiplos campos visuais, demandando mais esforço informacional.....369
Figura 284: Mapas integração visual das galerias senoides.....371
Figura 285: Mapas integração visual das galerias chanfros.....372
Figura 286: Mapas integração visual das galerias nichos.....373
Figura 287: Áreas e nós com maior valor de integração visual das galerias senoides.....374
Figura 288: Áreas e nós com maior valor de integração visual das galerias chanfros.....375
Figura 289: Áreas e nós com maior valor de integração visual das galerias nichos.....376
Figura 290: Conectividade visual nas galerias senoides representada em mapas VGAs.....378
Figura 291: Conectividade visual nas galerias chanfros representada em mapas VGAs.....379
Figura 292: Conectividade visual nas galerias nichos representada em mapas VGAs.....380
Figura 293: Mapas de portões e percursos de agentes nas galerias senoides sem CEAs. 386
Figura 294: Mapas de portões e percursos de agentes nas galerias senoides com CEAs.....387
Figura 295: Mapas de portões e percursos de agentes nas galerias chanfros sem CEAs.....388
Figura 296: Mapas de portões e percursos de agentes nas galerias chanfros com CEAs.....389
Figura 297: Mapas de portões e percursos de agentes nas galerias nichos sem CEAs.....390
Figura 298: Mapas de portões e percursos de agentes nas galerias nichos com CEAs.....391
Figura 299: Mapas com posicionamento de portões mais densos em relação ao eixo da galeria principal.....393
Figura 300: Mapas com posicionamento de portões mais densos em relação ao eixo da galeria principal.....394
Figura 301: Mapas com posicionamento de portões mais densos em relação ao eixo da galeria principal.....395
Figura 302: Mapas de picos de integração visual (HH) sobrepostos aos mapas de portões com fluxos mais densos em destaque nas galerias senoides.....396
Figura 303: Mapas de picos de integração visual (HH) sobrepostos aos mapas de portões, com fluxos mais densos em destaque nas galerias chanfros.....397
Figura 304: Mapas de picos de integração visual (HH) sobrepostos aos mapas de portões com fluxos mais densos em destaque nas galerias nichos.....398
Figura 305: Diagrama galeria principal e cavidades em galerias tipo senoide.....400
Figura 306: Galeria senoides sem CEAS médias com deformações única e dupla.....400
Figura 307: Mapas percursos de 20 agentes em galerias senoides com cavidades destacadas.....403
Figura 308: Mapas percursos de 20 agentes em galerias chanfros com cavidades destacadas.....404
Figura 309: Mapas percursos de 20 agentes em galerias nichos com cavidades destacadas.....405
Figura 310: Isovistas em três localizações de galerias senoides, chanfros e nichos rasas, médias e profundas.....408

Figura 311: Percursos individuais de 10 agentes (e sobreposição destes) em galerias senoides únicas e duplas médias.....410
Figura 312: Sobreposição de percursos de 10 agentes em galerias senoides (cavidades indicadas em cinza).....411
Figura 313: Percursos de 20 agentes navegando simultaneamente e sobreposição de percursos de 10 agentes em navegação individual em galerias senoides (cavidades indicadas em cinza).....412
Figura 314: O cérebro humano (vista ventral) desenhado por Christopher Wren para Thomas Willis, publicado em The Anatomy of the Brain Nerves (1664).....416
Figura 315: O córtex cerebral humano.....420
Figura 316: Os quatro lobos do córtex cerebral humano.....421
Figura 317: O córtex cerebral frontal.....421
Figura 318: A anatomia da atenção.....422
Figura 319: Cognição humana como resultante de interações entre redes cerebrais especializadas, incluindo a rede de saliência (SN). 425
Figura 320: Origens e locais de atenção.....426
Figura 321: Regiões corticais envolvidas no controle atencional.....426
Figura 322: A rede de saliência (SN) enquanto a rede cerebral especializada. 427
Figura 323: A abordagem da medida de foco na tese em relação à rede de saliência (SN).....428
Figura 324: Princípio de uma interface cérebro-computador, incluindo possíveis cenários de aplicação. 432
Figura 325: Estereoscópico da marca View-Master, início do século XX.....434
Figura 326: Óculos 3D The View-Master Deluxe VR, da marca View-Master.....434
Figura 327: Corte longitudinal do panorama na rotunda em Leicester Square, Londres (Robert Mirchell, 1793).....436
Figura 328: Primeira tentativa de ambiente multissensorial em RV, Sensorama Motion Picture Projector (Morton Heilig, 1957). 437
Figura 329: Dispositivo de cabeça The Telesphere Mask (Morton Heilig, 1960).....438
Figura 330: Conceito avançado de dispositivo de cabeça, Sword of Damocles (Ivan Sutherland, 1968). 440
Figura 331: Local onde experimentos foram realizados com voluntário usando dispositivos durante navegação em RV. 443
Figura 332: Dispositivos de cabeça (HDM) usados por voluntários nos experimentos.....444
Figura 333: Equipamentos usados pelo pesquisador durante experimentos.....445
Figura 334: Dispositivos usados por voluntários e equipamentos manuseados pelo pesquisador durante experimentos. 446
Figura 335: Captura de tela, no software Unreal Engine 4, da visão do voluntário no interior da galeria GSUM sem obras de arte. 447

Figura 336: Captura de tela, no software Unreal Engine 4, da visão do voluntário no espaço de intervalo entre galerias. 447
Figura 337: Vista interna da galeria senoide única média (GSUM) sem obras de arte.....449
Figura 338: Vista interna da galeria senoide dupla simétrica média (GSDSM) sem obras de arte.....449
Figura 339: Vista interna da galeria senoide dupla assimétrica média (GSDAM) sem obras de arte.....449
Figura 340: Vista interna da galeria senoide única média (GSUM) com obras de arte.....450
Figura 341: Vista interna da galeria senoide dupla simétrica média (GSDSM) com obras de arte.....450
Figura 342: Vista interna da galeria senoide dupla assimétrica média (GSDAM) com obras de arte.....450
Figura 343: "How to hang a painting", esboços de Hilla Rebay sobre organização de obras de arte (sem data). 451
Figura 344: Galerias ambientadas em RV com localização de obras de arte indicada.....452
Figura 345: Disposição das obras da artista Sadie Benning nas galerias segundo esboços de H. Rebay em "How to hang a painting".....452
Figura 346: Captura de tela, no software Unreal Engine 4, da visão do voluntário no interior da galeria GSUM com obras de arte.....453
Figura 347: Captura de tela, no software Unreal Engine 4, da visão de um voluntário em direção a uma das cavidades senoides na galeria GSUM com obras de arte.....453
Figura 348: Montagem de captura de tela do aplicativo EMOTIVBCI aferindo métricas de desempenho em sujeito, com aparelho de telefone celular usado nos experimentos.....454
Figura 349: Captura de tela exemplificando perfil criado para cada voluntário no aplicativo BCI utilizado.....456
Figura 350: Exemplos de organização de dados relativos a percursos e foco nas três galerias visitadas por um usuário, com gráfico e mapeamentos.....457
Figura 351: Representação gráfica da análise de percursos e galerias navegadas virtualmente.....459
Figura 352: Representação gráfica da análise de percursos e galerias navegadas virtualmente.....463
Figura 353: Representação gráfica da análise de percursos dos agentes autômatos e galerias navegadas virtualmente.....464
Figura 354: Mapeamento de percursos nas galerias sem obras de arte (erq.) e com obras de arte (dir.) com cavidades destacadas.....465
Figura 355: Sobreposição dos mapeamentos de percursos nas galerias sem e com obras de arte com cavidades destacadas.....465
Figura 356: Percursos de 5 visitantes em cada galeria sem obras (esq.) e com obras (dir) e sobreposição destes.....466
Figura 357: Sobreposição de percursos de 10 visitantes nas galerias (sem e com obras) e sobreposição destes.....466
Figura 359: Mapeamento de percursos dos voluntários com maior tempo de visitação nas galerias sem obras.....467
Figura 358: Mapeamento de percursos dos voluntários com maior tempo de visitação nas galerias com obras.....467

Figura 360: Mapeamento de percursos nas galerias sem obras de arte (erq.) e com obras de arte (dir.) com cavidades destacadas.....468
Figura 361: Sobreposição dos mapeamentos de percursos nas galerias sem e com obras de arte com cavidades destacadas.....468
Figura 362: Mapeamentos dos picos de foco (51 - 100) e screenshots das visadas nestes picos na GSU sem obras.....471
Figura 363: Mapeamentos dos picos de foco (51 - 100) e screenshots das visadas nestes picos na GSU com obras.....472
Figura 364: Mapeamentos dos picos de foco (51 - 100) e screenshots das visadas nestes picos nas galerias GSDS e GSDA sem e com obras.....473
Figura 365: Mapeamento de picos de foco (valores 0-100) nas galerias sem obras de arte (erq.) e com obras de arte (d ir.).....476
Figura 366: Sobreposição dos mapeamento de picos de foco (valores 0-100) nas galerias com e sem obras de arte...476
Figura 367: Mapeamentos de aglomerados de picos de foco (valores 1-100) nas galerias sem obras (esq) e com obras (dir).....480
Figura 368: Sobreposição dos mapeamentos de aglomerados de picos de foco (valores 1-100) nas galerias sem obras e com obras (esq) e de todas as galerias (dir.).....480
Figura 369: Picos de foco (51-100) com suas respectivas visadas sobrepostas em galerias sem obras. 481
Figura 370: Picos de foco (51-100) com suas respectivas visadas sobrepostas em galerias com obras.....481
Figura 371: Sobreposições de galerias sem e com obra indicando a contagem de picos de foco (0-100) nas cavidades. 484
Figura 372: Análise de variações de picos nas galerias GSUM, GSDSM e GSDAM com obras.....486
Figura 373: Sobreposição de percursos de visitantes aos portões com maior fluxo de agentes em galerias sem obras (esq.) e com obras (dir.).....490
Figura 374: Sobreposição percursos de visitantes aos portões com maior fluxo de agentes simultaneamente em galerias sem e com obras.....490
Figura 375: Sobreposição de trechos com mais percursos de visitantes aos portões com maior fluxo de agentes em galerias sem obras (erq.) e com obras (dir.).....491
Figura 376: Sobreposição de trechos com mais percursos de visitantes aos portões com maior fluxo de agentes simultaneamente em galerias sem e com obras (dir.).....491
Figura 377: Testes com isovistas ao centro das galerias e em um eixo de senoide.....492
Figura 378: Isovistas nos clusters de percursos mais densos nas GSU sem obra (acima) e com obra (abaixo).....492
Figura 379: Isovistas nos clusters de percursos mais densos nas GSDS sem obra (acima) e com obra (abaixo).....492
Figura 380: Isovistas nos clusters de percursos mais densos nas GSDA sem obra (acima) e com obra (abaixo). 492

Figura 381: Isovistas nos clusters de percursos mais densos nas galerias sobrepostas sem obra e com obra simultaneamente.....492
Figura 382: Mapeamento de picos de foco (valores 51-100) nas galerias sem obras de arte (erq.) e com obras de arte (dir.) e portões mais densos.....494
Figura 383: Sobreposição dos mapeamento de picos de foco (valores 51-100) nas galerias com e sem obras de arte e portões mais densos.....494
Figura 384: Isovistas nos picos de foco mais altos nas GSU sem obra (acima) e com obra (abaixo).....495
Figura 385: Isovistas nos picos de foco mais altos nas GSDS sem obra (acima) e com obra (abaixo).....495
Figura 386: Isovistas nos picos de foco mais altos nas GSDA sem obra (acima) e com obra (abaixo).....495
Figura 387: Isovistas nos picos de foco mais altos nas galerias sobrepostas sem obra e com obra simultaneamente....495
Figura 388: Visadas dos voluntários nos picos de foco mais altos nas GSU sem obras (acima) e com obras (abaixo).....496
Figura 389: Visadas dos voluntários nos picos de foco mais altos nas GSDS sem obra (acima) e com obra (abaixo).....496
Figura 390: Visadas dos voluntários nos picos de foco mais altos nas GSDA sem obra (acima) e com obra (abaixo).....496
Figura 391: Sobreposição de picos de foco (51-100) com visadas a 90 graus a áreas com maiores valores de integração visual em galerias sem (esq.) e com obras (dir.).....498
Figura 392: Sobreposição de picos de foco (51-100) com visadas a 90 graus a áreas com maiores valores de integração visual, simultaneamente em galerias sem e com obras.....498
Figura 393: Diagrama das relações entre medidas sintáticas por permeabilidade visual e progressividade espacial.....515
Figura 394: Diagrama das relações entre medidas sintáticas por permeabilidade física e progressividade espacial.....517

LISTA DE TABELAS

Tabela 01 - Medidas sintáticas de leiautes hipotéticos de GP e SP.....101
Tabela 02 - Análise sintática dos leiautes de GP em linha reta, radial e híbrida.....143
Tabela 03 - Dados extraídos de observações de percursos de 44 visitantes no MG.....210
Tabela 04 - Primeira contagem em portão quanto ao tipo de percurso inicial e tempo médio de visita de 12 sujeitos.....215
Tabela 05 - Segunda contagem em portão quanto ao tipo de percurso de 241 visitantes para ascender às galerias.....215
Tabela 06 - Observação de visitantes diante de obras de arte em nichos nos vários níveis do MG.....218
Tabela 07 - Análise convexa do MG incluindo todos os espaços acessíveis ao público.....228
Tabela 08 - Análise convexa do MG incluindo apenas galerias 228
Tabela 09 - Análise convexa do MCI.....258
Tabela 10 - Análise convexa MG (todos os espaços) e MCI.....287
Tabela 11 - Análise convexa MG (apenas galerias) e MCI.....287
Tabela 12 - Quantitativos gerais de tipos de espaços no MG e MCI.....289
Tabela 13 - Quantitativo de espaços tipo a,b,c, e d em galerias senoides.....351
Tabela 14 - Quantitativo de espaços tipo a,b,c, e d em galerias chanfros.....352
Tabela 15 - Quantitativo de espaços tipo a,b,c, e d em galerias nichos.....353
Tabela 16 - escala de significância de correlação (R2) nas variações sem e com CEAs.....354
Tabela 17 - variação valores de R2 segundo o tipo de deformação das barreiras nas galerias com CEAs.....355
Tabela 18 - Variação valores de R2 segundo a profundidade das cavidades nas galerias com CEAs.....355
Tabela 19 - Analise de grau de conectividade (CV) nas 54 galerias criadas.....381
Tabela 20 - análise de visibilidade nas 54 variações de galerias progressivas.....382
Tabela 21 - Contagem de agentes em portões mais densos de acordo com o tipo de galeria.....385
Tabela 22 - Fluxo de agentes em portões por tipo de galeria.....385
Tabela 23 - Quantitativo de galerias de acordo com fluxo de agentes em portões.....385
Tabela 24 - Contagem de percursos em cavidades durante navegação de 20 agentes nas galerias sem CEAS.....406
Tabela 25 - Contagem de percursos em cavidades durante navegação de 20 agentes nas galerias com CEAS.....407
Tabela 26 - Percursos de agentes por cavidades de galerias senoides.....411
Tabela 27 - Total de percursos de agentes em cavidades de galerias senoides.....411
Tabela 28 - Tempo de visitação em galerias virtuais.....460
Tabela 29 - Picos de foco (PF) e percursos de pessoas (PP) nas cavidades das galerias sem obras.....469
Tabela 30 - Picos de foco (PF) e percursos de pessoas (PP) nas cavidades das galerias com obras.....469
Tabela 31 - Picos de foco (PF) e percursos de pessoas (PP) nas cavidades das galerias sem e com obra.....469

Tabela 32 - Valores e quantidades de picos de foco nas galerias sem e com obras de arte.....476
Tabela 33 - Média geral de foco por tipo de galeria sem obras.....477
Tabela 34 - Média geral de foco por tipo de galeria com obras.....477
Tabela 35 - Picos de foco (PFs) e tempo de navegação nas galerias.....478
Tabela 36 - Picos de foco (PF) e percursos de pessoas (PP) nas cavidades das galerias sem obras.....485
Tabela 37 - Picos de foco (PF) e percursos de pessoas (PP) nas cavidades das galerias com obras.....485
Tabela 38 - Picos de foco (PF) e percursos de pessoas (PP) nas cavidades das galerias sem e com obra.....485
Tabela 39 - Índice de variação de picos de foco (IVPF) por tipo de galeria.....487
Tabela 40 - Relação entre IVPF e tempo de navegação nas galerias.....487
Tabela 41 - Análise correlação (R2) entre picos de foco, integração e conectividade visual em galerias 501

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 02 - Inteligibilidade (R2) leiaute GP-4.....101
Gráfico 04 - Inteligibilidade (R2) leiaute GP-6.....101
Gráfico 06 - Inteligibilidade (R2) leiaute GP-8.....101
Gráfico 01 - Inteligibilidade (R2) leiaute galeria pura.....101
Gráfico 03 - Inteligibilidade (R2) leiaute SP-4.....101
Gráfico 05 - Inteligibilidade (R2) leiaute SP-6.....101
Gráfico 07 - Inteligibilidade (R2) leiaute SP-8.....101
Gráfico 08 - Índices de inteligibilidade nas galerias progressivas históricas analisadas.....144
Gráfico 09 - Tempos (por grupos e individualmente) de percursos de 44 visitantes observados no MG.....209
Gráfico 10 - Distâncias percorridas por 44 visitantes observados no MG.....209
Gráfico 11 - Relação entre tempo de visita e distâncias percorridas por 44 visitantes observados no MG.....209
Gráfico 12 - Relação entre as visitas de maior duração e distâncias percorridas por 44 visitantes no MG.....209
Gráfico 13 - Relação entre tempo gasto na rampa no pavimento superior e tempo total de visita. 211
Gráfico 15 - Relação entre tempo gasto na rampa no pavimento superior e distância total percorrida na visita.....211
Gráfico 14 - Relação entre tempo gasto nas galerias fora da rampa no pavimento superior e tempo total de visita....211
Gráfico 16 - Relação entre tempo gasto nas galerias no pavimento superior e distância total percorrida 211
Gráfico 17 - Relação entre tempo de interesse em obras de arte e profundidade de nichos nos vários níveis do MG....219
Gráfico 18 - Inteligibilidade (R2), MG, 1959 com espaços acessíveis ao público, térreo (esq.) e nível 2(dir.) 229
Gráfico 19 - Inteligibilidade (R2), MG, 1992, incluindo espaços acessíveis ao público, térreo (esq.) e nível 2(dir.) 229
Gráfico 20 - Inteligibilidade (R2) leiautes MG apenas com galerias, 1959. 229
Gráfico 21 - Inteligibilidade (R2) leiautes MG apenas com galerias, 1992.....229
Gráfico 22 - Inteligibilidade (R2) leiautes MG apenas com galerias, 1959. 235
Gráfico 23 - Inteligibilidade (R2), piso térreo MCI.....258
Gráfico 24 - Inteligibilidade (R2), piso superior MCI.....258
Gráfico 25 - Tipos de espaços conexos no MCI 262
Gráfico 26 - Tipos de espaço no MG e MCI 2.....289
Gráfico 27 - Percentuais de espaços tipo A, B, C e D no MG 1959 (esq.), 1992 (centro) e MCI (dir.).....289
Gráfico 28 - Quantitativo de espaços tipo a,b,c, e d em galerias senoides.....347
Gráfico 29 - Número de publicações sobre BCI por ano.....432

Gráfico 30 - Média geral de foco por tipo de galeria sem obras.....477
Gráfico 31 - Média geral de foco por tipo de galeria sem obras.....477
Gráfico 32 - PFs e tempo de naveção GSU sem obras.....478
Gráfico 33 - PFs e tempo de naveção GSDS sem obras.....478
Gráfico 34 - PFs e tempo de naveção GSDA sem obras.....478
Gráfico 35 - PFs e tempo de naveção GSU sem obras.....478
Gráfico 36 - PFs e tempo de naveção GSDS sem obras.....478
Gráfico 37 - PFs e tempo de naveção GSDA sem obras.....478
Gráfico 38 - Variações de picos de foco (com linhas simplificadas) de um visitante nas galerias GSUM, GSDSM e GSDAM com obras.....486
Gráfico 39 - Correlação entre o Índice de Variação por Pico de Foco (IVPF) de cada voluntário e o tempo de visitação nas três galerias visitadas.....488
Gráfico 40 - Correlação (R2) entre picos de foco mais altos de cada voluntário e os valores de integração visual (HH) nos locais destes picos na GSUM.....499
Gráfico 41 - Correlação (R2) entre picos de foco mais altos de cada voluntário e os valores de conectividade (C) nos locais destes picos na GSUM.....500

SUMÁRIO

RESUMO - ABSTRACT.....05

1 INTRODUÇÃO.....29

2 PROGRESSIVIDADE: DEFINIÇÃO.....79

2.1 Conceituando a Galeria Progressiva.....80

2.2 A Morfologia do Tipo Galeria Progressiva..... 94

2.3 Propriedades Espaciais de Galerias Progressivas Seminais..... 115

2.3.1 A galeria progressiva em linha reta..... 119

2.3.2 A galeria progressiva radial..... 126

2.3.3 A galeria progressiva híbrida..... 132

2.3.4 Discussão dos resultados das análises nas galerias progressivas em linha reta, radial e híbrida....140

3 PROGRESSIVIDADE EM DOIS ESTUDO DE CASOS: MUSEU SOLOMON R. GUGGENHEIM (MG) E MUSEU DO CRESCIMENTO ILIMITADO (MCI)..... 151

3.1 As Implicações da Concepção em Espiral de Le Corbusier..... 152

3.2 A Progressividade na Ideia do Museu do Crescimento Ilimitado (MCI)..... 159

3.3 A Origem da Espiral no Museu Solomon R. Guggenheim (MG)..... 164

3.4 A Busca pelo Movimento no Projeto do MG.....173

3.5 As Reformas Mais significativas no MG..... 185

4 PROGRESSIVIDADE: AFERIÇÃO DOS ESTUDOS DE CASO 195

4.1 Observando o MG..... 196

4.1.1 Sobre observações in loco 196

4.1.2 Procedimentos e resultados das observações..... 202

4.2 A Sintaxe Espacial do MG..... 221

4.2.1 Parâmetros para as análises 221

4.2.2 A análise 223

4.2.2.1 Espaços convexos 224

4.2.2.2 Espaços tipo 226

4.2.2.3 Linhas axiais..... 231

4.2.2.4 Visibilidade..... 236

4.2.2.5 Agentes..... 244

4.3 A Sintaxe Espacial do MCI..... 254

4.4 MG e MCI: itinerários topográficos sequenciais..... 282

5 PROGRESSIVIDADE: EXPERIMENTOS COM VARIAÇÕES DE ESPAÇOS PROGRESSIVOS..... 303

5.1 Entre a Forma e o Espaço..... 307

5.2 Parâmetros para o Design das Variações..... 317

5.3 A Sintaxe Espacial das Variações..... 330

5.3.1 Sobre espaços convexos e progressividade.....331

5.3.2 Sobre axialidade linhas axiais nas galerias progressivas.....363

5.3.3 Sobre visibilidade nas galerias progressivas.....368

5.3.4 Sobre agentes autômatos nas galerias progressivas 383

5.4 A Expansão da Análise Morfológica à Luz da Neurociência 413

5.4.1 Algumas noções sobre neurociência cognitiva.....414

5.4.2 Anatomia e funcionamento da atenção cognitiva..... 417

5.4.3 A interface cérebro-computador (BCI) e a realidade virtual (RV).....429

5.4.4 Meios e métodos nos experimentos em RV e BCI..... 441

5.4.5 Resultados dos experimentos com RV e BCI nas variações progressivas..... 455

5.4.5.1 Percursos de visitantes..... 458

5.4.5.2 O foco de visitantes..... 470

5.4.5.3 Os experimentos x análise sintática..... 489

CONCLUSÃO: Por uma Gênese Progressiva..... 503

REFERÊNCIAS..... 528

ANEXOS..... 543

1.

INTRODUÇÃO

1 INTRODUÇÃO

Nesta tese investiga-se a "galeria progressiva" (GP), denominação encontrada na literatura para um tipo de arranjo de espaço expositivo com disposição sequencial de ambientes (BANN, 1984; BENNET, 1995; SUTTON, 2000). Centrando-se no âmbito da morfologia da arquitetura, o enfoque desta pesquisa está no papel da circulação (entendida como movimento de visitantes) na organização espacial da GP, articulando-se em torno da investigação de três aspectos principais: a relação entre este tipo de arranjo sequencial e a maneira como pessoas neste se movem e o exploram; a sua inteligibilidade ou legibilidade de navegação e o seu funcionamento enquanto espaço social,no sentido de que facilita encontros entre visitantes, estes mais relacionados à copresença do que à interação ativa entre sujeitos (TZORTZI, 2015; CHOI, 1997).

A GP tinha como premissa o funcionamento de sua geometria como um meio eficaz para orientação de visitantes, facilitando sua navegação e a leitura da narrativa expográfica, o que o diferenciava do outro modo de organização, mais comum à época, denominado "sala de período" (SP), por sua vez, caracterizado por espaços expositivos interconectados e múltiplas opções de rotas, que não seguiam uma sequência predeterminada. A GP, objeto de interesse deste estudo, refletia as novas ideias associadas à especialização e classificação do conteúdo expográfico,que se opunham à ausência de critérios organizacionais, mais usual em períodos anteriores, quando museus e galerias tinham o propósito mais de entreter do que de instruir visitantes. No contexto a partir de finais do século XVIII, com a crescente valorização do conhecimento científico, a disposição de peças e coleções em museus e galerias passou a priorizar a organização de artefatos em fases sequenciadas, muitas vezes buscando refletir a ordem cronológica dos períodos históricos. (MARKUS, 1993; BENNETT, 1995; SUTTON, 2000; ABT, 2011; GIEBELHAUSEN, 2011)

Formalizada após a Revolução Francesa, mas com origens em espaços expositivos do século XVI, a matriz morfológica seminal da GP apresentava unidades espaciais sequenciadas (salas ou quartos) em enfilade, ou seja, em sucessão e formalmente alinhadas entre si,guiando o visitante por um espaço, via de regra, longilíneo, com obras de arte dispostas ao longo de suas paredes delimitantes, o que facilitava o movimento contínuo e a leitura das peças expostas, independente de recursos visuais adicionais . (BENNET, 1995; SUTTON, 2000)

Muitos autores já estabeleceram diferentes categorias ao tratar da arquitetura de museus e galerias, organizando-os com bases diversas, como o tipo arquitetônico, a função cultural, o leiaute espacial e a localização geográfica, entre outras. Por mais diferentes que sejam as abordagens, a questão dos espaços de circulação de usuários tem sido bastante recorrente na literatura. Nesta tese interessa a abordagem configuracional do espaço da GP, ou seja, aquela que entende a arquitetura enquanto um conjunto definido por relações de interdependência entre suas partes e como estas são organizadas em leiautes. Neste âmbito, Tzortzi (2015) defende que dentre os autores que adotaram o leiaute espacial como direcionamento (SEARING, 1986, MOOS, 1998, MONTANER, 2003 e NAREDI-RAINER, 2004), mesmo que

não o tenham feito a partir de uma visão analítica (como na SE), sugeriram caminhos para duas categorias de museus: museu aberto e museu com enfilades tradicionais, esta da qual mais se aproximaria a GP, objeto desta tese.

Se quando convertidos em espaço, os três aspectos morfológicos nos quais consiste esta investigação poderiam ser positivos à experiência de visitação em museus, o caráter determinista (CHOI, 1997) da organização espacial da GP tem sofrido críticas por ser um tipo de arranjo muito restritivo a opções de rotas e limitador de possibilidades de movimento de pessoas. Exemplo disto é o que dizem Peponis (1993) e Pevsner (1976) sobre o Solomon R. Guggenheim Museum (1943-59), considerado por Sutton (2000) como a primeira aplicação plena do conceito de GP. Para John Peponis, "o principal fluxo de circulação não deixa espaço para efeitos probabilísticos do leiaute quanto à exploração e encontro" (PEPONIS, 1993, p. 59, tradução nossa) e, para Nikolaus Pevsner, "a rampa em espiral, que se é forçado a descer, impossibilita quaisquer movimentos cruzados e movimentos cruzados à vontade são o tempero de visitas a museus" (PEVSNER, 1976, p. 138, tradução nossa)

Esta condição, aparentemente dualista da GP, nos leva a uma pergunta chave: em que medida seria possível conciliar o caráter determinista da GP a uma visitação mais exploratória e menos entediante, que, simultaneamente fortalecesse a natureza social do espaço e proporcionasse uma navegação inteligível e com boa resposta de foco atencional por parte dos visitantes ou estas seriam condições paradoxais irreconciliáveis?

São premissas básicas da SE, espinha dorsal deste estudo, o entendimento de que espaço e sociedade estão intrinsicamente relacionados, com esta última estabelecendo-se no primeiro através de certos padrões de implantações (em edifícios e cidades). Estas implantações acontecem sob a forma de configurações espaciais, constituídas por um conjunto de partes interdependentes, cujos modos de organização conformam leiautes. Segundo Bill Hillier, "a configuração tem prioridade sobre as propriedades intrínsecas do elemento espacial em relacionar forma à função" (HILLIER, 1996, p. 221, tradução nossa), o que concorre para que a forma arquitetônica, muito antes de ser baseada em princípios combinatórios nestes mesmos, resulte de prescrições restritivas e estruturantes, como os temas chaves há pouco apontados para a GP. Por este viés teórico, edifícios e cidades possuem atributos captáveis diretamente a partir de sua configuração, de sua sintaxe - são mais ou menos permeáveis ao movimento ou transparentes à visão, têm certas dimensões e proporções, volumetrias simples ou complexas etc -, o que permite que sejam estudados como uma variável independente. (HILLIER, 1996; HOLANDA, 2013)

A SE nasceu em meados dos anos de 1970, sob a influência direta do interesse emergente da arquitetura nas ciências comportamentais, acelerados na década que a antecedeu, tendo como objetivo estabelecer probabilidades de arranjos espaciais a partir da noção de que suas propriedades essenciais possuíam significado social que afetavam o comportamento do homem. A preocupação com o comportamento humano é um interesse comum a outras áreas do conhecimento científico, como a neurociência e, mesmo que esta trate a relação com o homem em escala distinta da

SE - na neurociência as respostas neuronais são processadas em cérebros de indivíduos e, na SE, o interesse está em padrões referentes a populações bem mais vastas -, relevantes autores no campo da SE, como Dalton et al (2015), têm chamado atenção para uma possível sinergia entre este campo, a neurociência e a ciência cognitiva.

Partindo do pressuposto que a aproximação entre a neurociência e a arquitetura pode converter-se em importante ferramenta na informação sobre os tipos de experiências cognitivas específicas produzidas pelo cérebro humano em ambientes construídos, que consideramos complementar ao conhecimento sobre padrões de movimento e visão no espaço viabilizado pela SE, nesta pesquisa propõe-se a interface entre estes dois campos, que, argumenta-se, pode ampliar a instrução de procedimentos de produção de espaços. O interesse na neurociência recai especificamente na resposta humana relativa ao foco de atenção, entendida como uma medida de atenção fixa para uma tarefa específica, que afere o nível ou profundidade desta atenção (RADEK, 2011; MENON, 2015).

Desta forma, a pesquisa insere-se na área atualmente conhecida como "projeto informado pela neurociência" (*neuroscience-informed design*), particularmente nas investigações pioneiras sobre a aplicação da neurociência no entendimento da relação sujeito-ambiente. A interface proposta, em um plano geral, apoia-se na ideia do campo expandido da arquitetura contemporânea (VIDLER, 2004), que busca conhecimento em uma crescente gama de disciplinas e tecnologias, e, no plano específico, baseia-se na emergência de pesquisas e descobertas neurocientíficas nos últimos 25 anos, que prometem facilitar um entendimento mais profundo sobre as implicações e impactos da arquitetura, considerando que esta precisa ser vista em seu contexto biológico e ecológico, conjuntamente a sua essência enquanto artefato. (PALLASMAA, 2013)

Dos primórdios do colecionismo

Colecionar é uma atividade antiquíssima que precede a história do museu e sua forma arquitetônica. Na Antiguidade objetos preciosos eram mantidos em espaços sagrados (templos, santuários e tumbas) ou na residência de um soberano e a maioria das coleções ou tinha um papel religioso ou enfatizava o poder deste monarca, de uma cidade ou estado (GIEBELHAUSEN, 2011).

As origens da modalidade "público" associada ao museu antecedem os séculos XVII e XVIII, remetendo à coleção sistemática e estudo de evidências por Aristóteles, que começara a colecionar, estudar e classificar espécies botânicas em suas viagens, levando à formação de uma metodologia empírica, aplicada no seu Liceu. Uma comunidade de estudiosos e alunos organizados em prol do estudo sistemático da biologia e história, entre outras disciplinas, o Liceu continha um mouseion, local voltado ao culto das musas, especializadas, cada uma, em uma forma de linguagem ou conhecimento (épica, lírica, tragédia, astronomia etc.). Provavelmente, neste período, o termo passou a ser associado a investigações de estudiosos. Posteriormente, foi construído o mousei onde Alexandria, que, associado a uma biblioteca

e abrigando textos, tornou-se uma das instituições mais renomadas da Antiguidade Clássica. No mesmo período, em Pérgamo, cidade culturalmente rival a Alexandria, estatuária e pinturas eram dispostas em espaços ao ar livre ou em galerias para serem imitadas por artesãos locais. (ABT, 2011; MARKUS, 1993)

A expansão romana (anos 211 a 60 a.C.) e o intenso programa de construção que a acompanhou, proporcionou a chegada de estatuária e pinturas saqueadas das terras conquistadas, que passaram a ser usadas para ornamentar os exteriores de novos edifícios e monumentos. Além disso, os próprios domicílios romanos, enquanto locais primários para estabelecimento de negócios, eram abertos a um público mais amplo, permitindo a proliferação de pinacotecas (galerias de pintura) neste período. Os romanos começaram a associar coleções de tesouros de arte à riqueza, vitória, ancestralidade, status e adoração, imprimindo a conotação moderna ao termo "coleção". Tesouros eram valiosos em si (metal precioso, por exemplo) ou tinham um valor implícito, como curiosidades ou espécies raras adquiridas em expedições a locais distantes, mas ambos os significados implicavam um sentido de "riqueza" (MARKUS, 1993). Na Renascença houve um interesse renovado por atividades ligadas à coleção, que passou a ocupar interiores ou locais menos acessíveis ao público, os quais tendiam a misturar espécies da natureza (naturalia) com objetos feitos pelo homem (artificialia). A naturalia dava suporte aos interesses investigativos de estudiosos e seria chamada, em séculos posteriores, de "ciências naturais". A artificialia, que incluía moedas antigas, medalhas, fragmentos de epigrafia e um subgrupo de coleções de pintura e estatuária, antecederia os objetos de arte propriamente ditos (ver Figura 01).

Um dos primeiros tipos de receptáculos de coleções de pinturas no início do século XVI foram as casas de campo inglesas e castelos franceses, que normalmente expunham retratos. Visando surpreender e divertir residentes e visitantes, os objetos eram expostos de forma atrativa, em espaços chamados de *schatzkammern*, *wunderkammer* ou gabinetes de curiosidades, quando abrigavam tesouros reais e de studiolo, quando eram dedicados à arte. Posteriormente, colecionadores aristocratas passam a separar a arte de outros pertences em estruturas independentes, chamadas de gabinetes de cultura (*kunstkammern*), abrindo caminho para espaços estabelecidos com a finalidade de exposição das coleções (ABT, 2011; GIEBELHAUSEN, 2011; NEWHOUSE, 1998; MARKUS, 1993).

O studio (*studiolo*) era tipicamente localizado nos ambientes mais internos da casa, quase sempre adjacente ao quarto do proprietário. Um exemplo emblemático, que daria origem à galeria de Uffizi, na loggia do castelo, é o studio de Francesco I Médici, localizado ao lado da grande sala, onde eram recebidos visitantes de estado no Palazzo Vecchio, sede do governo florentino e domicílio dos Médicis. Continha tanto naturalia como artificialia, organizados em elaborados armários, contando ainda com pinturas de parede e ornamentação iconograficamente relacionadas. (ABT, 2011). Segundo Markus (2013), a mudança de studiolo para *wunderkammer* (nos tipos gabinete de curiosidades ou antiquário) representou a passagem do esotérico e misterioso à ciência. Neste processo, a classificação passou a ser algo lógico, baseado em observação e experimento científicos, usando métodos como a codificação em cores de cada armário de

acordo com o material do seu conteúdo.

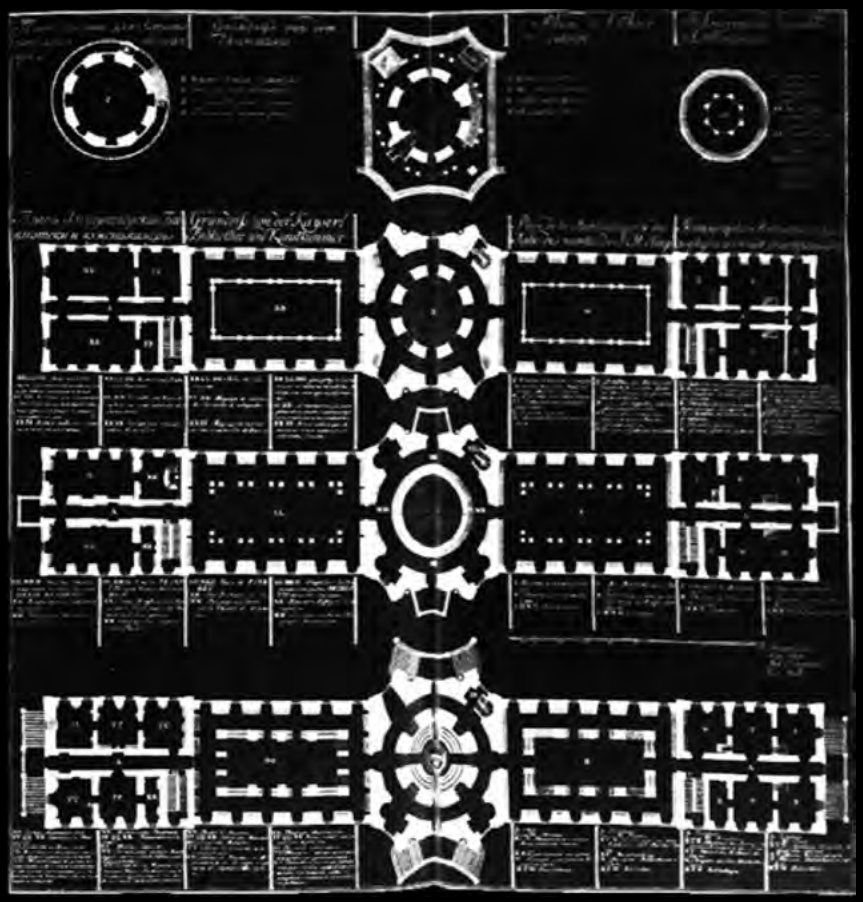
Neste período, colecionadores reais e aristocráticos iniciaram ou expandiram suas coleções. Um marco destas coleções é o gabinete de curiosidades e biblioteca de Pedro, o Grande, em São Petersburgo e na adjacente Academia das Ciências (1718-34). Tratava-se de um híbrido de museu e biblioteca de 3 pavimentos, com um espaço central de forma elíptica, ao centro, que funcionava como uma espécie de teatro de anatomia, sendo flanqueado por um museu e uma biblioteca. As circulações verticais ficavam na elipse central e em cada ala lateral, de forma que para se chegar ao centro, era preciso passar pela biblioteca ou pelo museu, o que gerava anéis de circulação. Havia galerias tanto no museu, que expunha naturalia e artificialia, como na biblioteca. Um aspecto interessante destes gabinetes de curiosidades era que suas coleções deveriam ser tanto vistas como tocadas, passando com o tempo a localizar-se em câmaras especiais e, logo depois, em edifícios especificamente dedicados a estes. (ver Figura 02)

Figura 01: Xilogravura ilustrando visita ao museu do Ferrante Imperato, Nápoles, 1599.



Fonte: ABT, 2011, p. 121.

Figura 02: O gabinete de curiosidade de Pedro, o Grande (1718-34).



Fonte: MARKUS, 1993, p.186.

Da concretização do museu público

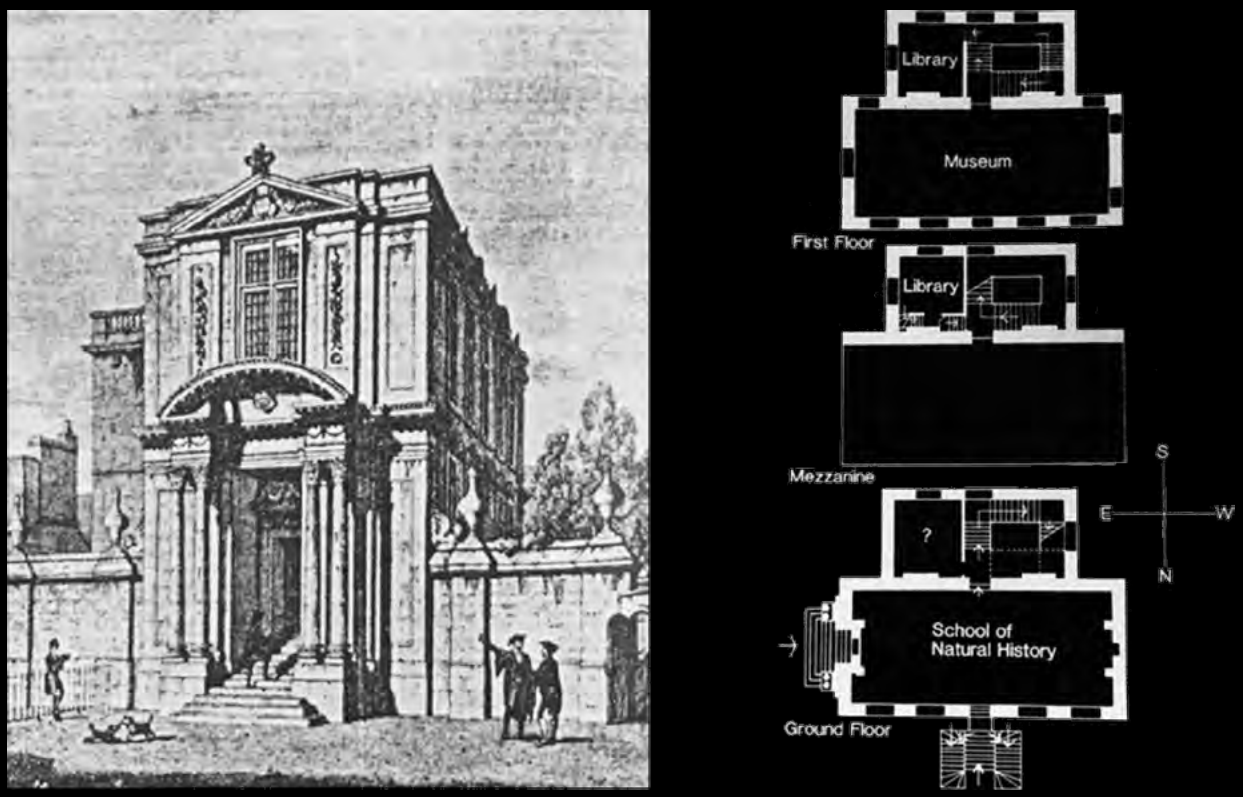
Se na Renascença o legado do palácio principesco acompanhou a formação do museu, no Iluminismo, teve lugar a gradual abertura destas coleções para um público mais amplo, cujos marcos foram a coleção real francesa, exposta no Palácio de Luxemburgo, em Paris (1750), coleções imperiais Habsburgo, no Palácio Belvedere, em Viena, e o Museum Fridericianum, em Kassel (1769-77), um dos primeiros edifícios projetados com o propósito específico de museu. Os ideais iluministas levaram à substituição do propósito original do museu de divertir por aquele do instruir e o museu público começou a se configurar. As inaugurações do Ashmolean Museum (Oxford, 1683) e da Grande Galeria, no Palácio do Louvre (Paris, 1793), são normalmente associadas às origens do museu público. (GIEBELHAUSEN, 2011)

O Ashmolean, na verdade, um gabinete de curiosidades, com um acervo que compunha o conjunto tipicamente estranho neste tipo de museu, era um edifício de 3 pavimentos, com o piso térreo dedicado a uma escola de história natural, com um teatro para palestras e dois acessos diretos. A escada principal o conectava ao museu em si, no primeiro pavimento, o qual expunha espécies usadas nas palestras. Os aposentos do caseiro estavam em uma ala anexa de dois pavimentos, com escada própria. Um laboratório de química ocupava o porão, que também possuía escada própria e, originalmente, não se conectava internamente ao edifício por questões de segurança e salubridade, além do fato do ensino da química ser dirigido a uma classe inferior de estudantes. (MARKUS, 1993) (ver Figura 03)

Todos os museus públicos tinham um significado político, como o British Museum, estabelecido, em 1753, por ação do Parlamento para ser repositório público de objetos e textos, que assim, seriam mantidos perpetuamente pelo governo inglês e supervisionados por um conselho de curadores. Funcionou como museu e biblioteca até 1973, quando os livros da instituição passaram a ser administrados pela então recém formada British Library. (ABT, 2011; MARKUS, 1993). Abrindo as portas em 1759, o British Museum representava a tradição do gabinete-depositório de tesouro, expondo livros impressos no térreo e, no primeiro pavimento, manuscritos, moedas, medalhas, coleções etnográficas, fotografias, impressões, desenhos, escultura antiga, história natural, minerais, entre outros. Possuía um jardim ornamental e medicinal e os ambientes conectados entre si, sem um corredor – resultaram de uma casa reformada –, criando sequências de salas interconectadas, que, como veremos no capítulo 1, conformavam o outro modo de organização de museu, conhecido como "sala de período". Mesmo sendo difícil registrar todas as modificações feitas à estrutura original, o projeto final do arquiteto Robert Smirke, de 1827, mantinha o convencional enfileiramento de ambientes. Nesta configuração, mesmo havendo poucos anéis de circulação locais, o movimento ocorria geralmente em uma das duas direções através das galerias (MARKUS, 1993)

Outro marco dos museus públicos toma forma quando, em agosto de 1793, uma seleção de tesouros, fruto da apropriação pelos revolucionários franceses, foi exposta ao público na Grande Galerie do Louvre, que será retomada no capítulo 2 quando abordarmos GPs históricas. Os objetos, que passavam a ser patrimônio nacional, incluíam coleções de

Figura 03: Vista leste e planta baixa, Ashmolean Museum (1679-83)



Fonte: MARKUS, 1993, p.192.

pinturas e estatuária. No espaço, eixos foram usados à moda clássica, inicialmente como rotas do tipo árvore, ou seja, com troncos, rota compulsória e os galhos, além da escolha de destinos, porém não de rotas específicas. (ver Figura 04)

Seguindo o exemplo do Louvre, com aumento de coleções saqueadas por Napoleão, foram estabelecidos vários museus públicos na França (Bordeaux e Marselha (1804), Lyon (1806), Rouen e Caen, em 1809) e em terras estrangeiras ocupadas (Galleria dell' Accademia, Veneza, 1807; Pinacoteca di Brera, Milão e Museo del Prado, Madri, 1809), os quais, após a retirada destes países, deixaram para trás um modelo de museu público na Europa de bastante longevidade (ABT, 2011; MARKUS). Os dois marcos – o Ashmolean e o Louvre – e os museus que os seguiram refletem, na verdade, um contexto mais amplo, que resulta de confluências de interesses individuais e demandas sociais aceleradas, em finais do século XIX, acreditação profissional, jornais e conferências anuais. Markus (1993) comenta que as coleções ainda atraíam uma clientela especifica na metade do século XIX, mas a pressão política em prol do acesso público acabou ganhando, e, neste contexto:

> a produção de conhecimento tinha evoluído muito desde o gabinete de curiosidades. Com a subdivisão entre conhecimento e espaço foi-se também a subdivisão de trabalho em novas disciplinas e profissões: professores, bibliotecários, curadores, conservacionistas e pesquisadores com novos corpos de profissionais, jornais, sistemas educacionais e atividades acadêmicas. (MARKUS, 1993, p. 208, tradução nossa)

As funções hoje comumente inclusas nesses tipos de edifícios iriam ser consolidadas justamente com o museu público através do "arranjo sistemático de objetos no espaço para os propósitos de exibição, prazer e educação" (PEPONIS, 1993, p. 57, tradução nossa).

Segundo Gebelhausen (2011), na influente obra *Précis des Leçons* (1802-5), de Jean-Nicolas-Louis Durand, que continha plantas para uma variedade de tipos edilícios novos e antigos, havia o projeto para um museu com quatro alas, cada uma com uma entrada separada, dispostas em um arranjo quadrado no qual inscreviam-se a cruz grega e a rotunda central. Esta concepção de museu será analisada no primeiro capítulo 2 enquanto exemplar de GP histórica. No mesmo período, museus emblemáticos começaram a ser erguidos. Na Inglaterra, a National Gallery (1824), o Oxford Museum (1855-60), Natural History Museum (1881) e, um pouco mais tarde, a Tate Gallery (1897). Na Alemanha, que vivenciou uma explosão de museus, o Glyptothek (1815-30), para escultura; o Altes Museum (1823-30); a Alte Pinakothek, para pintura, (1826-36) e a Neue Pinakothek (1846-53), para arte contemporânea (GIEBELHAUSEN, 2011). Os três primeiros terão suas configurações analisadas no capítulo 2, quando trataremos de GPs deste período (ver Figuras 05 a 07).

A configuração da Glyptothek, projeto de Leo von Klenze, era de um classicismo severo, com todos os ambientes em um anel contínuo, circundando os quatro lados do pátio interno. O Altes Museum, projetado por Karl Friedrich Schinkel ,em Berlim, traduzia a planta de Durand, com uma rotunda central e doma (ocupada por um santuário), ladeada por dois pátios e fechada nos lados por longas galerias (MARKUS, 1993, p. 208) (ver Figura 36 e 38).

Figura 04: A Grande Galerie do Louvre, de Hubert Robert, 1795.



Fonte: ABT, 2011, p. 129.

Figura 05: Altes Museum (Karl Friedrich Schinkel, 1823-30)



Disponível em: <http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/4/46/Exterior_views_of_the_Altes_Museum_Berlin.jpg>. Acesso em 12 dez. 2019. (recorte do autor).

Figura 06: Alte Pinakothek (Leo von Klenze, 1826-36)



Disponível em: <http://images.app.goo.gl/TzZaTe2D5SHAa8Hb6>. Acesso em 5 jul. 2019. (recorte do autor).

Figura 07: Tate Britain Millbank (Sidney R. J. Smith, 1897).



Disponível em: <http://londontopia.net/culture/museums/great-london-buildings-tate-britain/>. Acesso em 6 jul. 2019. (recorte do autor).

A Alte Pinakothek, também projeto de Klenze, segundo Giebelhausen (2011), tornou-se um diagrama comum para a galeria de pinturas do século XIX, ecoando em outros edifícios do período, como a galeria de Dresden (Gottfried Semper, 1847-55), o museu Hermitage, em St. Petesburgo (Klenze, 1842-51), a Neue Pinakothek e o Städelsches Kunstinstitut, em Frankfurt (August Sommer, 1878). Para Markus (1993), há um importante avanço no sistema de circulação na Pinakothek, mas as galerias, grandes e interconectadas, permanecem convencionais. O pavimento superior organizava-se em função da sequência cronológica das escolas de pintura de então e o sistema de circulação avançado devia-se ao fato de que, em um lado, as galerias principais abriam para uma série de galerias menores e, no outro, para um longo corredor, o que criava muito anéis e permitia ao visitante construir qualquer sequência (ver Figuras 06 e 37).

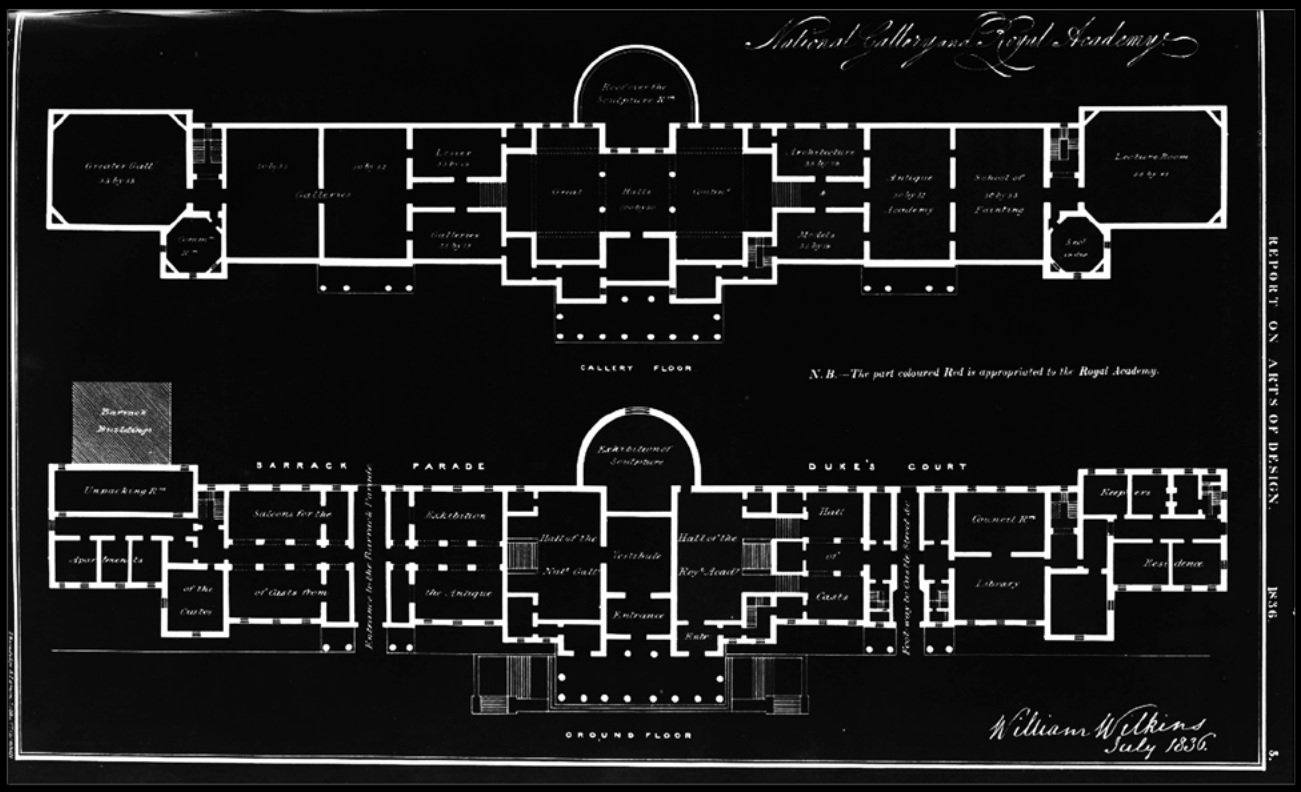
Em Londres, a National Gallery também é um importante exemplar do período, cuja coleção começou em 1824, mas a construção, do projeto de William Wilkins, só foi iniciada em 1833. A configuração original do edifício é como uma árvore de dois galhos dividida ao meio, com sequências de galerias enfileiradas simétricas, que levou a coleção a ser organizada também pelo modelo fixo das escolas estilísticas do período (MARKUS, 1993) (ver Figura 08).

Na metade do século XIX, com a consolidação do museu público, três problemas emergentes precisavam ser resolvidos. Primeiro, objetos precisavam ser visíveis e ordenados, ao mesmo tempo que os espaços necessitavam de vigilância e segurança, uma vez que estavam expostos a um público cada vez maior. Segundo, este público crescente precisava ser entretido e, por último, a estrutura ideológica aberta que suportava as velhas coleções (glorificando um rei, a igreja ou o Estado), "tinha de tornar-se encoberta, parecendo atraente a aspectos universais, como religião, arte, ciência, razão e natureza" (MARKUS, 1993, p. 208, tradução nossa). Além disso, na Europa, depois de uma série de revoluções republicanas contra monarcas, em 1848, a política era um outro assunto que deveria ser acrescentado aos museus, levando à produção de edifícios comemorativos da independência e movimentos de libertação.

Um pouco antes deste contexto é importante observar brevemente as origens do museu nos Estados Unidos, onde irá ser implantado um dos casos discutidos nos capítulos 2 e 3, o MG. Os gabinetes de curiosidades foram levados para a América do Norte ainda no século XVIII, persistindo no século XIX e, a partir da metade do século XIX, estabeleceram-se alguns exemplares de museus nos moldes europeus, formados em torno de coleções didáticas para dar suporte a movimentos educacionais - sobretudo, indígenas - baseados em objetos e instituições, como o Brooklyn Museum (Nova Iorque, 1823) e o Wadsworth Atheneum (Connecticut, 1842). A configuração do Brooklyn Museum, projeto do escritório McKim, Mead & White (1895-1926), seguia a tradição da planta quadrangular de Durand, contudo, apenas uma porção do projeto foi executada (ver Figura 09).

Com o sistema econômico americano e o acúmulo de riqueza sem precedentes (resultado da expansão ao oeste do país, da exploração mineral e do crescimento industrial) de mercantilistas, industriais e pessoas do mercado financeiro nos centros urbanos, acontece um boom de museus privados no país no século XIX. Neste universo, o que alguns

Figura 08: Plantas baixas, National Gallery and Royal Academy (William Wilkins, 1836).



Disponível em: <http://www.royalacademy.org.uk/art-artists/work-of-art/national-gallery-and-royal-academy-plan>. Acesso em 10 nov. 2019. (edição do autor).

autores acreditam ser consequência das "preocupações de líderes de opinião sobre a juventude e inferioridade da cultura americana", (ABT, 2011, p. 130, tradução nossa), houve uma ênfase aos museus de arte, como o Museum of Fine Arts, em Boston (1870), o Metropolitan Museum of Art (MET), em Nova Iorque (1870), o Philadelphia Museum of Art (1876), o ArtInstitute of Chicago (1879) e, em 1855, o Detroit Institute of Arts. (Burt,1977 *apud* ABT, 2011).

Destes, destacamos o arranjo do MET, com leiaute é bipartido em uma porção mais longilínea e outra (posterior) mais quadrangular. Enquanto ao modo de organização, apresentava salas conectadas como no esquema sala de período, que veremos no capítulo 1, marcado por mais oferta de opções de rota do que o sistema organizacional da GP. O leiaute trazia um grande lobby central, do qual podia-se se guiar para as galerias conectadas das alas que o flanqueavam, em ambos os lados, ou chegava-se à escadaria principal, que dava acesso ao pavimento superior. Do hall da escada, passando por dois portais exíguos, chegava-se à porção quadrangular da planta. No geral, o arranjo possui muitos anéis, conduzindo o visitante por várias opções de rotas. (ver Figura 10)

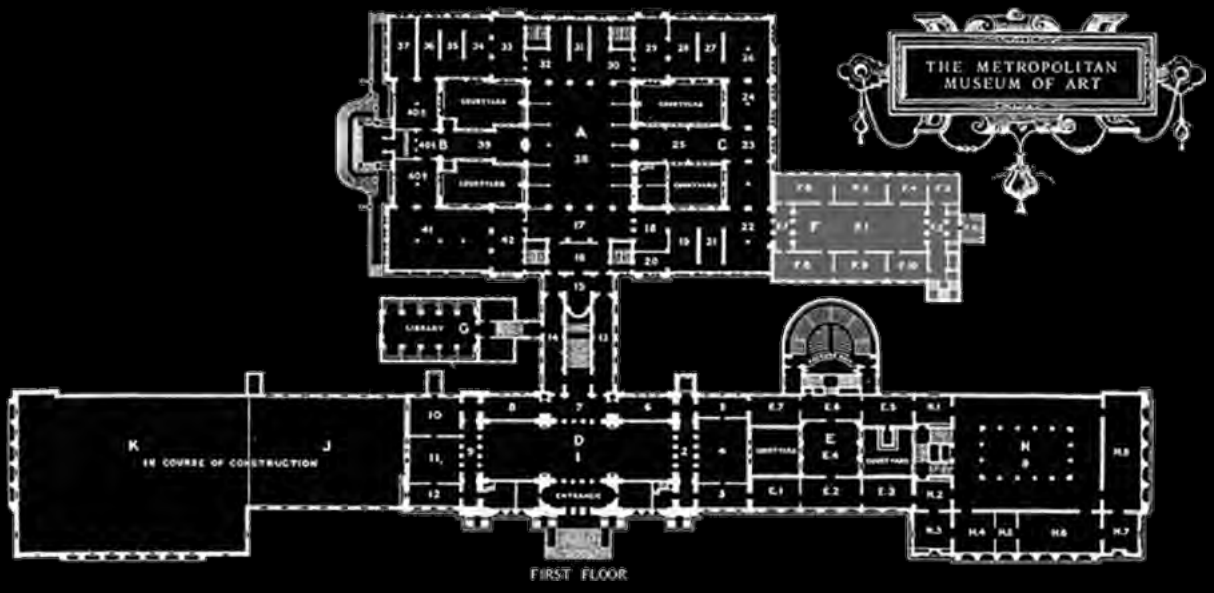
Os museus públicos norte-americanos já nasceram, em sua maioria, sendo administrados e financiados pela iniciativa privada, como seria o caso do MG, inaugurado em 1959, financiado pelo magnata Solomom R. Guggehenheim, o que representava uma mudança muito grande em relação ao típico museu europeu do período. Suas coleções eram raramente de interesse federal, estadual ou municipal, tendo como exceção o Smithsonian Institution, em Washington D.C. (MCCLELLAN 2003, p. 7, tradução nossa). Segundo Fox (1995), estes museus eram vistos como potenciais substitutos de instituições religiosas, que poderiam ajudar a preservar valores familiares e sociais. De modo mais específico, indica Abt (2011), visavam o treinamento de artesãos para melhorar a manufatura do design e a orientação dos imigrantes recentes rumo a uma cultura unificadora, capaz de elevar seus modos e moral.

Figura 09: Brooklyn Museum, McKim, Mead & White (1895-1926), com porção executada em destaque.



Disponível em: <http://untappedcities.com/2014/03/04/the-new-york-city-that-never-was-what-the-brooklyn-museum-could-have-been>. Acesso em 13 dez. 2016.

Figura 10: Primeiro pavimento do Metropolitan Museum of Art, em 1916, Richard Morris Hunt (1870)



Disponível em: <http://archpaper.com/2016/09/invention-of-the-american-art-meseum/#gallery-0-slide-5>. Acesso em dez. 2016.

Dos modelos de museu no século XX

Até a primeira metade do século XX não houve muita atenção pública à contratação de projetos de museus, com as iniciativas modernistas concentrando-se mais em edifícios para as pessoas do que para a arte (LAMPUGNANI, 2011). Junto a isto, a ruptura que marcou os movimentos de vanguarda artística do início do século parece ter inibido novas visões de museus, cujo formato original foi criticado por vários artistas do período, inclusive, acusados enquanto depositório de cadáveres, pelo artista visual e poeta, Jean Cocteau. Também fruto desta postura vanguardista, em 1936, o artista plástico, Marcel Duchamp, propôs o Minúsculo Museu Portátil (*Bôite en valise*), que substituía o edifício por uma mala com conteúdo transportável a qualquer local.

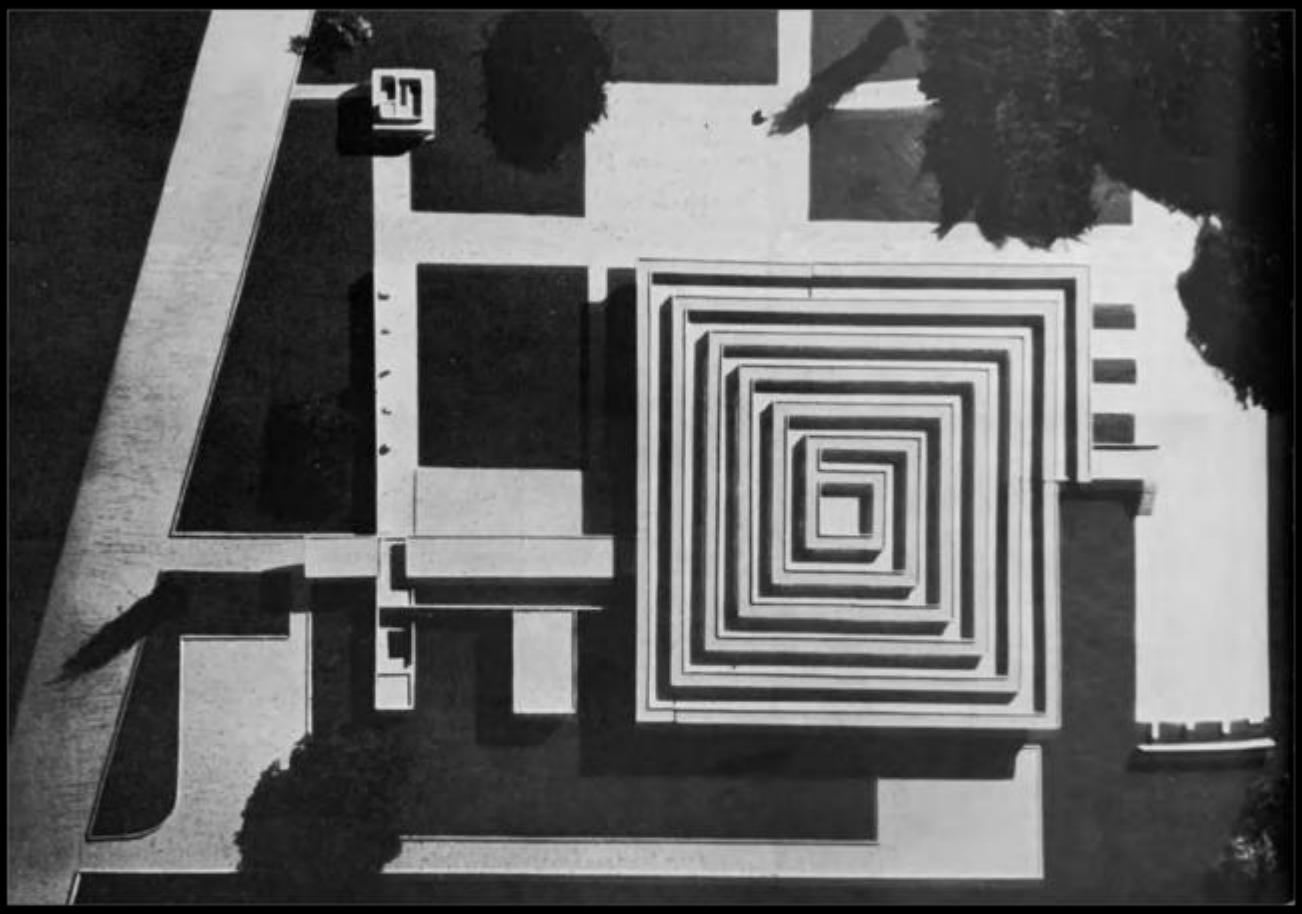
Poucos museus foram construídos durante o período modernista clássico (três primeiras décadas do século XX), um hiato que começou a ser superado com a criação do Museu de Arte Moderna (MoMA), 1929, em Nova Iorque, que inaugurou sua nova sede em 1939, em um edifício de arquitetura moderna, projetado pelos arquitetos Philip L. Goodwin e Edward Durell Stone. Outras exceções do período foram o museu comunitário em Hague, Holanda (Hendrik Petrus Berlage, 1919-20, 1928-35) e o Rijks Museum Kroller-Müller, em Otterlo (Henry van de Velde, 1934-53).

O modelo estabelecido pelo MoMA trazia galerias dispostas em diversos pavimentos em planta livre, interrompida apenas por pilares estruturais, o que permitia a subdivisão por meio de divisórias para acomodar uma grande variedade de obras e narrativas expositivas. Se no século XIX, a norma era o enfileiramento de galerias (GP) ou as salas de período (SP), conectadas (geralmente sem um corredor), o edifício do MoMA marca o empilhamento vertical destas galerias e o início dos museus com a chamada estética do cubo branco, ou seja, pertinente a edifícios com formas prismáticas simples e monocromáticas, cujas fachadas revestiam-se em panos de vidro contínuos, desprovidos de adornos em seu exterior e interior, este por sua vez pontuado com expositores flexíveis e neutros.

Independente da natureza da coleção, antes do MoMA, os expositores estavam em ambientes ornamentados, agora, a atenção deveria ser para a obra de arte, à contemplação sem distração, com paredes suporte na cor branca, sobre pisos monocromáticos e sob forros sem adornos, com sistemas de trilhos funcionais e não-obstrutivos visualmente. No edifício moderno, espaços articulados (do século XIX) são substituídos por espaços abertos, numa aproximação neutra que resultou bem sucedida para a arte moderna (por definição, autocontida e auto-referencial), mas, segundo Newhouse (2006), bem menos feliz para os outros gêneros (ver Figuras 24 e 25).

No mesmo período, dois mestres modernistas concebem modelos de museus, Le Corbusier e Mies van de Rohe. O primeiro, o Museu de Crescimento Ilimitado (1939), será discutido detalhadamente nos capítulos 2 e 3 enquanto um exemplar de GP moderna, que aplica a lógica da configuração sequencial em espiral para conformar um museu que poderia crescer infinitamente, dependendo das demandas de um dado contexto onde este viesse a se inserir (ver Fig 11).

Figura 11: Museu do Crescimento Ilimitado (MCI), Le Corbusier, 1939.



Fonte: Boesiger, 2001, p. 240 (recorte do autor).

Em 1942, Mies van der Rohe, propõe o modelo que chamou de "Museu para uma Pequena Cidade", o qual viria a tomar forma anos depois, na Neue National galerie, em Berlim (1962-68). O aspecto central da ideia de Mies era que a arte era um elemento espacial e, por isso, o museu não deveria contê-la na arquitetura, mas usá-la para criar arquitetura (ver Figuras 23 e 24). A partir de um estudo sobre museus que orientava, cujo autor (o aluno George Danforth) estava testando a estratégia de colagens em grande escala, o conceito surge com base na premissa de que pinturas e esculturas deveriam ser usadas como se fossem paredes e colunas definindo um espaço com a sensação de se estar ao ar livre (COLOMINA, 2009). Sobre este modelo, frisou Mies:

> "... a barreira entre obra de arte e a comunidade é apagada pela ideias de um jardim para exposição de esculturas. As esculturas no interior também desfrutam de uma liberdade igual de espaço porque a planta livre permite que sejam vistas contra os morros circundantes. O espaço arquitetônico então definido torna-se um espaço definidor, em vez de confinante." (NEWMEYER, 1991 apud COLOMINA, 2009, p. 64, tradução nossa)

Um outro modelo, já quase na metade do século, que será um dos dois estudos de caso discutidos nos capítulos 2 e desta tese, foi o estabelecido por Frank Lloyd Wright para o museu Solomon R. Guggenheim, na cidade de Nova Iorque (1943-59). Apesar do interior permanecer branco como os exemplares modernistas de então, "se os espaços abertos do MoMA e do museu de Mies representam o paradigma do movimento moderno, a espiral de Wright é sua antítese" (Newhouse, 2006, p. 220, tradução nossa). O carro chefe do espaço é um átrio central iluminado por uma cúpula envidraçada e circundado por uma rampa em espiral (que, simultaneamente, conforma galerias), definindo a rota do visitante. Esta configuração, por sua forma única e a dinâmica do movimento dos visitantes, oferece uma experiência espacial que é diferente de qualquer outro museu, proporcionando um contexto singular para a visualização da arte – pessoas, ao mesmo tempo, circulam e observam objetos de arte no plano inclinado contínuo da rampa enquanto veem-se umas às outras devido ao vazado central de altíssimo pé direito, caracterizando o modo de organização da GP (ver Figura 25).

Segundo Bruno Zeivi, o MG "recusa o inerte mecanismo de salas-caixas justapostas, cada uma fechada em si mesma, sem continuidade. (....) opõe um passeio pela arte, um caminho parecido a uma super garagem que prolonga a da cidade envolvendo-se numa espiral aberta ... " (ZEVI, 2010, p.248, tradução nossa). As referidas salas-caixas que Wright procura evitar conectar-se-iam por passagens que permitiriam o movimento de espaço a espaço, um aspecto típico dos sistemas sem corredores, segundo Bennett (1995) e Sutton (2000), conhecido como o modo de organização de museus do tipo "sala de período" (ver Figuras 26). No capítulo inicial, que se segue, discutiremos e descreveremos espacialmente o esquema antagônico à sala de período, a galeria progressiva, um tipo de configuração que prescreve a disposição sequenciada de espaços, visando induzir visitantes a percorrê-la guiados principalmente pela própria geometria que os envolve.

Fundamentação Teórica: conexões entre arquitetura, neurociência e sintaxe espacial

Para entender as origens da interface entre arquitetura, especificamente a SE, e a neurociência, é importante situar a emergência desta última no contexto acadêmico da primeira. Para enfrentar sua crescente multiplicidade e pluralidade, a prática arquitetônica contemporânea transforma-se significativamente ao buscar pontes com as ciências naturais, fazendo uso de dados quantitativos que possam informar sobre respostas humanas ao ambiente construído.

Mallgrave (2013) ratifica essa condição ao alertar sobre a falta do entendimento biológico de quem somos e de quem são as pessoas para as quais se projeta, principalmente quando a quantidade de descobertas acerca do funcionamento dos organismos humanos nos últimos 25 anos é maior do que em toda a história da humanidade, reforçando o potencial da aplicação das novas ciências, como a neurociência, na arquitetura. Segundo o autor, a nova compreensão do nosso mapa neurológico, nosso sistema químico e sináptico, nossas moléculas e a sua sequência, transcende as ciências estritas e suas implicações já começam a ser traduzidas para as ciências humanas.

Atualmente existe um interesse particular na pesquisa que integra estes dois campos. A Academy of Neuroscience for Architecture (ANFA), fundada em San Diego, em 2003, em parceria com o Salk Institute, um avançado centro de pesquisas biológicas na Califórnia, vem desenvolvendo pesquisas e sediando conferências bienais.A ANFA também tem estreita relação como um dos melhores centros de tecnologia em instituições de ensino no país, o California Institute for Telecommunications and Information (Calit2), da University of California San Diego, que conta com várias cavernas (ou CAVES) para experimentos em realidade virtual aumentada, além de uma série de ferramentas neurométricas (ver Figura 12 e 13).

Algumas universidades norte-americanas já possuem currículos com disciplinas voltadas à neurociência, como a New School of Architecture + Design (NSAD), em San Diego, que conta com a recém criada especialização em neurociência, Certificate for Neuro Science in Architecture. Outras escolas incluem a University of Arizona, em Tucson, a Kansas State, com pesquisas desenvolvidas pelo professor Robert Condia, e a Catholic University of America, Washington D.C., onde o professor Julio Bermudez investiga a experiência humana em espaços culturais e sagrados a partir da interface entre fenomenologia e neurociência. Outro exemplo destes esforços é o Hybrid-System Integration and Simulation Laboratory (HSISLab), da University of Maryland, coordenado por Enrique Droguett, que desenvolve trabalhos sobre segurança do trabalho em locais e situações de risco, como certos tipos de indústrias.

Há também o pioneiro trabalho de Harry Mallgrave, professor emérito do Illinois Institute of Technology, em Chicago, cuja extensa produção em teoria da arquitetura inclui seminais publicações sobre a interface entre arquitetura e neurociência. Além destes, há o grupo de estudos da School of Architecture, do Georgial nstitute of Technology, em Atlanta, que, liderado pelos professores John Peponis e Sonit Bafna, é um dos únicos no mundo a terem desenvolvido trabalhos com base na interface entre SE e neurociência.

Na Europa, o finlandês Juhani Pallasmaa, cuja extensa publicação envolvem trabalhos sobre o engajar humano em espaços construídos pelo viés fenomenológico. Dirigido pelo neurocientista Hugo Spiers, em Londres, tem-se o Spatial Cognition Lab, da University College London, cujo interesse envolve representações neurais do espaço, tendo desenvolvido pesquisas experimentais voltadas ao entendimento das bases psicológicas e biológicas do comportamento, abrangendo desde a fisiologia da computação neuronal até a estrutura cognitiva, com forte ênfase nas interações ecológicas e sociais. No laboratório são feitos experimentos que envolvem uma variedade de equipamentos e tecnologia, como a ressonância magnética funcional (fMRI) a eletroencefalografia (EEG), realidade virtual, rastreamento ocular, testes on-line em massa por aplicativos sob medida, entre outros. (SPIERS LAB, 2010?) (ver Figura 02)

Aproximações entre neurociência e arquitetura também têm expandido o meio acadêmico e ganho força em publicações profissionais, como a revista norte-americana, Architectural Record, cuja edição 05 de 2016, foi quase inteiramente sobre questões do cérebro que corroboram para o desenvolvimento da criatividade. Portanto, entende-se que os estudos aqui apresentados possam integrar estas investigações interdisciplinares emergentes, ainda praticamente inexistentes no Brasil (ver Figuras 14 a 16).

Figura 12: Pesquisador navegando na StarCAVE, Calit2, Califórnia, EUA.



Disponível em: <http://www.calit2.net/newsroom/article.php?id=1743>. Acesso em 12 dez. 2019.

Figura 13: Experimento com realidade virtual imersiva, Spiers Lab, UCL, Londres.



Disponível em: <http://spierslab.com/immersive-virtual-reality>. Acesso em 12 dez. 2019.

Figura 14: Revista Architectural Record dedicada à neurociência



Foto: foto do autor (Dez. 2016)

Figura 15: Publicação ANFA 2014



Foto: foto do autor (Out. 2014)

Figura 16: Publicação ANFA 2016

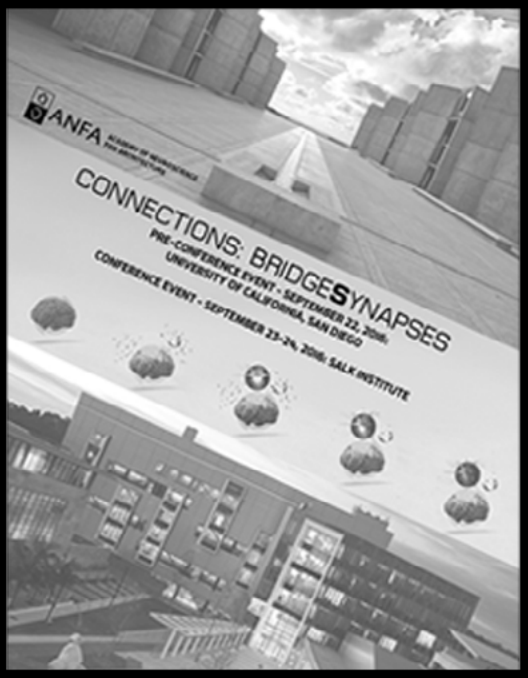


Foto: foto do autor (Out. 2016)

Como a Arquitetura chegou à Neurociência (ou vice versa)

Os limites entre arte, técnica e ciência na arquitetura já foram bastante tênues. Na Grécia Antiga, por exemplo, as artes eram divididas em duas categorias: celebração (música, drama, poesia e dança) e técnicas (pintura, escultura e arquitetura), estas definidas mais pelo cultivo de aptidões do que pelo exercício da imaginação (MALLGRAVE, 2015). Esta influência estendeu-se até pelo menos o século XVIII, intervalo no qual arquitetos continuaram a buscar bases filosóficas ou teóricas nas ciências e a arquitetura era considerada tanto uma ciência como uma arte. Ainda na Antiguidade, Marcus Vitruvius, (século I a.C.) defendia que o arquiteto, além da geometria, ótica, aritmética, acústica, harmonia musical, medicina e direito, deveria dominar a mecânica e a hidráulica.

No Renascimento, Leon Batista Alberti (1404-1472) acreditava que a beleza seria acessível apenas através da iniciação a dogmas e métodos científicos e Claude Perrault (1613-1688), que havia sido treinado em matemática e medicina, ao traduzir Vitruvius para o francês (1673), já adotava uma linguagem que lembrava a da neurociência contemporânea ao argumentar que o olho e o ouvido processavam seus estímulos fisiologicamente de diferentes maneiras. (MALLGRAVE, 2010; ROLIM, 2016).

Com a gradual autonomia da arquitetura enquanto disciplina, a partir do século XVIII, a aproximação com as ciências biológicas pode ser testemunhada nos movimentos alemães em psicologia da estética e pesquisa da arte no século XIX, sobretudo aqueles ligados à empatia, que fomentaram a base teórica da prática artística moderna. No campo da neurociência, esta época coincide com o início da tradição moderna de observar, manipular e medir, marcando o início de quando cientistas começaram a determinar como o cérebro de fato funcionava (GAZZANIGA, IVRY e MANGUN, 1998: 2014, p. 5).

Na arquitetura, os ideais em psicologia da estética então lançados, estendem-se ao início do século XX, quando alguns esforços dão continuidade a experimentos cognitivos e perceptuais, como as vanguardas do construtivismo russo e do movimento De Stijl, os ensinamentos da Bauhaus e a psicologia da Gestalt. Contudo, com exceção da Gestalt, estas iniciativas entraram em colapso ainda antes da Segunda Guerra. Mais fortemente após a segunda metade do século XX, a crença de que os arquitetos poderiam gerar melhorias sociais através da tecnologia coincidiu com a crescente autonomia da disciplina, o que corroborou para um certo enfraquecimento da aproximação entre teoria da arquitetura, propriamente dita, e ciências biológicas (MALLGRAVE, 2010, 2013a).

Alguns exemplos de exceções a esta tendência foram os arquitetos Richard Neutra e Steen-Eiler Rasmussen. Neutra assinou o livro *Survival Through Design* (1954), tido como um pioneiro no uso da neurociência, que apontava para o potencial da arquitetura moderna em prover melhorias à saúde física e mental do homem, ao defender que esta "aumentaria nossa eficiência, expandiria nossos horizontes mentais e físicos e garantiria um melhor futuro." (ROBINSON, 2015, p.2, tradução nossa).Em sua publicação Experiencing Architecture(1959), Rasmussen, arquiteto e planejador urbano

dinamarquês, mesmo sem uma preocupação específica sobre os mecanismos do cérebro, considerava a arquitetura como uma experiência particular aos sentidos, utilizando-se de um viés psicológico e biológico ao tecer significativas observações, sobretudo acerca do sentido do tato.

Ainda que não se trate de uma apropriação estrita à biologia (ou à neurociência), a fenomenologia é considerada uma vertente da teoria da arquitetura que se preocupa com respostas humanas à experiência do espaço. Quase duas décadas depois de *Survival Through Design,* o norueguês Christian Norberg-Schulz foi um dos primeiros arquitetos a associar de modo explícito o termo fenomenologia à arquitetura, publicando *Existence, Space and Architecture* (1971), que, impulsionado pelos filósofos Merleau-Ponty e Martin Heidegger, abordava o espaço existencial materializado no espaço arquitetônico por meios simbólicos (lugar/nós, percurso/eixos, domínio/distrito). Esta obra teve continuidade nas publicações Meaning in Western Architecture (1975) e Genius Loci: Towards a Phenomenology of Architecture (1979), ambas enfocando a arquitetura em termos sensórios e emotivos. (OTERO-PAILOS, 2010; MALLGRAVE, 2010, 2013a)

Contribuições subsequentes que fortaleceram a abordagem fenomenológica na teoria da arquitetura foram trazidas pelos arquitetos Kenneth Frampton e Juhani Pallasma, ambos ainda em atividade. A produção intelectual de Frampton é extensa e permeia por vários segmentos da arquitetura. Quanto à fenomenologia, destaca-se sua publicação *Towards a Critical Regionalism: Six Points for an Architecture of Resistance* (1984), na qual, baseado em seus estudos anteriores (como *On Reading Heidegger*, de 1974), defende que a arquitetura é necessária enquanto fundação que permite experienciar uma realidade social compartilhada (OTERO-PAILOS, 2010, p. xxxi). O finlandês Juhani Pallasmaa, outro influente teórico da vertente fenomenológica, considera a arquitetura como uma experiência dos sentidos perceptuais. Influenciado por Norberg-Schulz e os filósofos Martin Heidegger, Gaston Bachelard e Merleau-Ponty, publicou inúmeras obras, nas quais salienta o seu argumento sobre o sentido háptico na arquitetura, que se desdobraria nas esferas que Mallgrave (2010) denomina de " 'forma do toque', 'imagens de músculo e osso' e 'identificação corpórea' " (p. 120, tradução nossa).

Marcadamemte a partir dos anos de 1990, as crescentes demandas ligadas à sustentabilidade e a inclusão de fundamentos e meios cada vez mais diversos na concepção do projeto (como modelos de distribuição térmica, diagramas de consumo de energia, mapas de redes de transporte e neuroimagens) acabaram por aumentar a complexidade dos problemas que a arquitetura tinha de lidar com, tornando-os difíceis de serem abarcados no âmbito estrito da disciplina, o que passou a demandar uma apreensão mais frequente de conhecimentos de outras áreas, levando à expansão de sua atuação ou ao que Anthony Vidler denominou de campo expandido da arquitetura. (ALEXANDER, 2014; VIDLER, 2004)

Este período coincidiu com importantes avanços nas ciências biológicas e na neurociência, que, segundo Mallgrave (2010) levaram a mais descobertas sobre a mente humana do que em toda a história da humanidade. Exemplo destes avanços são a sequência genética do DNA do cérebro humano (2003) e as tecnologias avançadas em neuroimagem, como a ressonância magnética funcional (fMRI), que permitiu a visualização interna do cérebro humano em atividade.

Juntos, estes desenvolvimentos abriram caminho para estudos revolucionários em microbiologia e neurologia nas duas últimas décadas do século XX, que, dentre outras inovações, têm oferecido condições mais propícias à avaliação de respostas humanas a estímulos ambientais.

Estas investigações e avanços, que continuam em evolução, também têm corroborado para a importante transformação (iniciada com os estudos da empatia no século XIX) da tradicional noção dicotômica de corpo e mente como categorias divididas das ciências sociais, no modelo biológico corporificado que se tem hoje em dia. Segundo esta atualização, nossos corpos e mentes estão interconectados ao ambiente e à cultura em diversos níveis, pois "somos organismos que evoluem e se auto organizam continuamente em ambientes e que esta dinâmica mente/corpo/campo social de relações, antes de ser uma abstração estática de nossas naturezas humanas, influencia nosso entendimento pré-cognitivo e cognitivo do mundo" (MALLGRAVE, 2013a, p.10, tradução nossa), entendimento este que é o cerne da neurociência cognitiva, ramo da neurociência de particular interesse nesta tese, da qual falaremos no último capítulo.

O neurocientista Thomas Albright, ex-presidente da Academy of Neuroscience for Architecture (ANFA), talvez a organização mais importante do mundo dedicada ao estudo conjunto da duas disciplinas, aponta para uma afinidade intrínseca entre aspectos biológicos e a arquitetura, argumentando que a função mais primária de um edifício é abrigar seus usuários e pertences em um ambiente aquecido, seco e protegido contra o ataque de predadores e doenças, requisitos físicos básicos, cujos desdobramentos refletem o fato de que somos, em essência, seres biológicos. Contudo, o autor complementa, além de nossas demandas físicas, um edifício deve procurar satisfazer nossas necessidades psicológicas: "Esperamos que edifícios nos inspirem e excitem, que promovam estados mentais que nos levem à descoberta, ao entendimento e à criação, à cura e a acharmos nosso caminho, a convocar o melhor de nossa natureza." (ALBRIGHT, 2015, p. 198, tradução nossa).

Neste sentido, a neurociência contemporânea emerge como uma aplicação interdisciplinar que pode ajudar no entendimento da conexão entre arquitetura, necessidades biológicas e comportamento de seus usuários. Uma vez que chegamos a passar até 90% do nosso tempo em ambientes construídos (EBERHARD, 2009), obter uma melhor compreensão acerca da resposta humana a estímulos destes ambientes é essencial, pois estes parecem alterar nosso comportamento e, consequentemente, nosso cérebro.

Sobre a resposta a estímulos a ambientes, a neurocientista norte-americana, Lisa Barrett (2008), da Northeastern University e Harvard Medical School, estabelece que quando um organismo engaja em um estímulo ambiental, o corpo primeiro produz um efeito central, um estado inicial de prazer e desprazer, surgido de como as propriedades sensoriais do estímulo (o ambiente) afetam a condição vital do organismo. Este efeito central ou é direcionado ou acontece em conjunto com dois caminhos neurológicos correlacionados, baseados no córtex orbito-frontal, a parte do novo córtex do cérebro (massa cinzenta), encaixada bem atrás dos olhos (MALLGRAVE, 2013). O percurso sensorial estabelece

um valor preliminar para o estímulo, enquanto o circuito visceral-motor modula a resposta autonômica, química e comportamental ao estímulo. Coletivamente, produzem um estado disposto a ser afetado, atrelado a um significado particular situacional, nos dando a disposição para agir de certo modo (ver Figura 17).

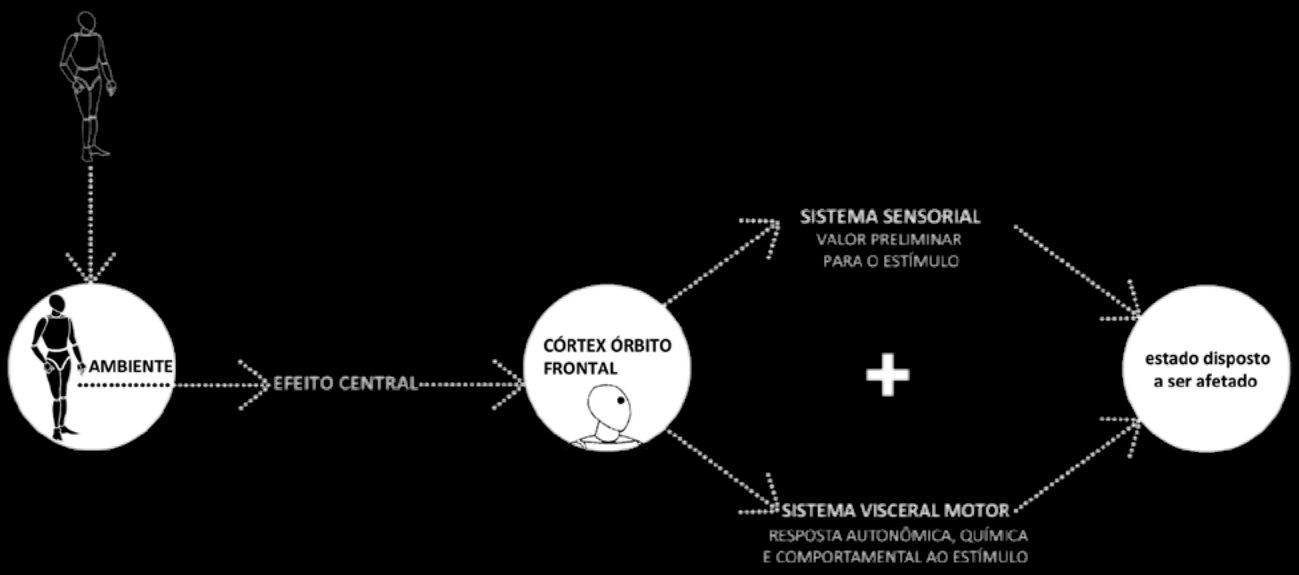
Antes considerada uma subdivisão da biologia, atualmente a neurociência define-se como uma ciência interdisciplinar, que dá suporte a várias disciplinas empíricas (psicologia experimental, ciência cognitiva, química, anatomia, fisiologia e ciência da computação), enfocando as relações entre cérebro e comportamento, as quais investiga por meio de seus processos humanos internos, como a sensação, a percepção, a cognição, a memória e a emoção (ALBRIGHT, 2015).

Segundo Eric R. Kandel, vencedor do Prêmio Nobel em Fisiologia ou Medicina, em 2000, antes da emergência de uma ciência sistemática do cérebro, na segunda metade do século XX, "pesquisadores confiavam na psicologia e no entendimento emergente da percepção visual para investigar o funcionamento da mente humana" (KANDEL, 2016, p.17, tradução nossa). Hoje em dia, com a consolidação da neurociência, há um maior conhecimento biológico e ferramentas avançadas para aferição de aspectos antes discutidos no plano teórico ou testados com menor precisão, mas é importante reconhecer que a sua interface com a arquitetura não deixa de remeter àquela que esta última passou a ter, na década de 1960, com as ciências comportamentais então emergentes, como a antropologia, sociologia e psicologia, disciplinas estas que influenciaram na concepção da teoria da SE, apontando para aquela que é a conexão mais forte entre a arquitetura e a neurociência: o interesse pelo comportamento humano.

Esta conexão com o comportamento humano e as ciências comportamentais emergentes na década de 1960 foi expressa claramente desde aquela que é considerada a publicação inaugural da SE: "a teoria do espaço é usada para integrar um número de propostas gerais feitas na antropologia no tocante à organização espacial humana" (HILLIER et al, 1976, p.147, tradução nossa), visando entender como a morfologia pode ser gerada a partir de um conjunto cuidadoso de objetos, relações e operações elementares, que une a compreensão de padrões característicos (de edifícios complexos e assentamentos urbanos) em um conjunto de fenômenos segundo princípios abstratos de arranjo ou relação e o entendimento das semelhanças e diferenças objetivas que um conjunto de fenômenos exibem à experiência comum. (HILLIER et al, 1976, p. 150)

Apoiados em uma base analítica, um grupo de estudiosos , formado por Bill Hillier e seus colegas na The Bartlett School of Architecture, University College London (UCL), a partir de meados da década de 1970, começa a questionar sobre como aproximar-se do problema da relação entre arquitetura e urbanismo e sociedade segundo uma abordagem morfológica mais racional. O interesse estava na probabilidade de se estabelecer arranjos espaciais voltando o olhar às ciências sociais a partir da noção de que propriedades essenciais destes espaços possuem significado social que afetam o comportamento do homem.

Figura 17: Diagrama ilustrativo da ideia de Barret (2008) sobre os sistemas sensorial e visceral-motor.



Fonte: o autor.

Culminando na publicação emblemática desta geração, o livro *The Social Logic of Space* (HILLIER e HANSON, 1984:2003), a combinação dos interesses do grupo leva ao estabelecimento do paradigma de que espaço e sociedade estão embebidos um no outro, circundando em torno da seguinte pergunta chave: em que medida a arquitetura e o urbanismo interferem nas relações sociais? Desde então, inúmeros estudos têm sido produzidos na SE, cujos métodos têm gradualmente expandido, abrindo caminho para a investigação de novos temas, como a cognição, a percepção e, mais recentemente, a neurociência. (HILLIER e TZORTZI, 2011)

Ao dizer que há uma forte conexão entre alguns dos interesses da SE e da neurociência para com a relação indivíduo--espaço, é preciso também observar que os dois campos tratam esta relação em escalas diferentes: na neurociência as respostas neuronais são processadas em cérebros de indivíduos e na SE, o interesse está em padrões referentes a populações bem mais vastas.

Para aproximar-se de como o edifício museu é visto na SE, faz-se necessários alguns esclarecimentos iniciais sobre a natureza deste tipo de edifício. Segundo King (1984), à medida que a sociedade cresce, ocorre a diferenciação, que leva à socialização e cultura, que " com suas atividades associadas de educação ou a criação, armazenamento e distribuição do conhecimento dão origens a escolas, universidades, bibliotecas, laboratórios e museus." (KING, 1984, p. 10, tradução nossa).

Para Markus (1993), museus podem ser classificados como edifícios de coleção que representam o conhecimento visível, estruturando-se nos componentes: programas de uso e circulação, formas e textos. Enquanto os primeiros serviriam à classificação, a forma do edifício poderia contribuir para a sua organização iconograficamente (através de plantas e volumes) e por ela mesma, quando, muitas vezes, une o contêiner e o conteúdo, o que acontece, por exemplo, com exposições posicionadas em locais fixos (nichos, ambientes ou em terminações de eixos que lembram altares), que fundidas a estes, acabam por tornar-se, verdadeira ou metaforicamente, um único (no caso de nichos ou afins, parte da cantaria). Quanto aos textos, além das instruções e livros texto, o autor diz que também são formativos da organização do espaço, pois inventários, listas, guias, índices e catálogos fazem parte de toda coleção.

Hillier e Tzortzi (2011) ratificam o caráter pedagógico-cultural e social do museu, sugeridos por King e Markus, e, visando minimizar o problema da predominância de estudos sobre a intenção curatorial em relação à intenção arquitetônica, sugerem a utilização da teoria e metodologia da SE na análise dos leiautes de museus como configurações de espaços relacionados, mostrando que estes leiautes podem ser empregados na investigação sobre o funcionamento social e significado cultural dos museus. Os autores defendem o museu como um ambiente informativo, estabelecendo que se trata de uma estrutura com potencial tanto de dispositivo pedagógico para comunicar conhecimento e narrativa, como de transmissor de um significado não-narrativo, sob a forma de uma experiência espacial e social. É a partir destas premissas que se dá a escolha do edifício museu como objeto geral desta tese (ver Figura 18).

Segundo estes autores, a produção de estudos sobre museus na SE inicia-se em 1982 e pode ser agrupada nas seguintes áreas de interesse: escolhas do projeto; espaço e conhecimento; comparação de alternativas de projeto; cultura do espaço e da visitação; genótipos espaciais; o espaço e observador; espaço e função cognitiva; espaço como um sistema simbólico e a interação entre estratégia arquitetural e curatorial. Dentre estes, aqueles voltados ao espaço e observador e ao espaço e função cognitiva compartilham de especial interesse com a neurociência cognitiva. A abordagem desta tese sobre a medida de foco, que será feita no quarto capítulo, deriva justamente do entendimento da cognição humana como resultante de interações entre redes neurais específicas, uma destas sendo a rede de saliência ou salience network (SN), envolvida diretamente nas respostas humanas à experiência no espaço.

Quanto aos estudos na SE interessados na cultura do espaço e da visitação, são especialmente relevantes para esta pesquisa Psarra e Grajewski (2000), Psarra e Grajewski (2002) e Psarra (2005), textos que introduziremos aqui e serão retomados nas seções 2.3 e 5.1, nesta última Psarra (2018) será discutido em mais detalhes. Sobre a discussão de funções comportamentais e cognitivas nos espaços de museu, sobretudo quanto ao espaço expositivo, são importantes os trabalhos de Peponis (1993), Peponis et al (2003) e Stavroulaki e Peponis (2003).

Mesmo com um enfoque maior nos estudos sobre interação entre estratégia arquitetural e curatorial, Tzortzi (2015), enfocado em mais detalhes na seção 2.3, fornece a conceituação sobre espaços de museu que norteia esta investigação. A autora sugere que, independente do quão diferentes sejam as abordagens sobre o espaço em museus, o modo como a circulação está configurada em sua organização espacial tem sido algo recorrente, desdobrando-se em quatro temas chave, que coincidem com aqueles que investigamos sobre a GP: como o arranjo espacial em galerias sequenciais relaciona-se à maneira como pessoas se movem e exploram galerias; a facilidade de legibilidade, ou inteligibilidade, do leiaute; a visualização de objetos e como o museu funciona enquanto espaço social.

Além disso, quanto a estudos sintáticos em cognição, é de particular interesse o modelo cognitivo e técnicas de simulação com agentes autômatos criados por Alasdair Turner e Alan Penn (TURNER e PENN, 2002; TURNER, 2003, 2007a e 2007b), tratado nas seções 2.3 e 5.1. O modelo foi desenvolvido no intuito de ajudar na compreensão da interação visual natural entre o indivíduo e o ambiente e, centrando-se em conexões entre locais mutualmente visíveis em uma configuração, tem a capacidade de gerar níveis de movimento agregados muito semelhantes aos encontrados em um ambiente construído real. Outro recente trabalho em SE, que se aproxima da neurociência (do ponto de vista de seus potenciais de aplicação), é Dalton et al (2015). Os autores chamam atenção para áreas de sinergia entre a neurociência, a ciência cognitiva e a SE, mesmo reconhecendo que cada uma tem uma escala de preocupação diferente: o enfoque na sociedade como da SE, a concentração ao nível do indivíduo da ciência cognitiva e a investigação neurocientífica de algo tão pequeno quanto o disparo de um neurônio. No texto, defende-se que é preciso estimular colaborações específicas envolvendo dois ou mais destes campos, sugerindo quatro áreas de pesquisa: aquisição da informação espacial, o papel da orientação no *wayfinding*, ambientes de múltiplos pavimentos e a navegação e inteligibilidade.

Figura 18: O MG como um espaço social, vista do átrio, 2018.



Fonte: Foto do autor (junho 2018).

Algumas noções básicas sobre a teoria da sintaxe espacial e medidas sintáticas

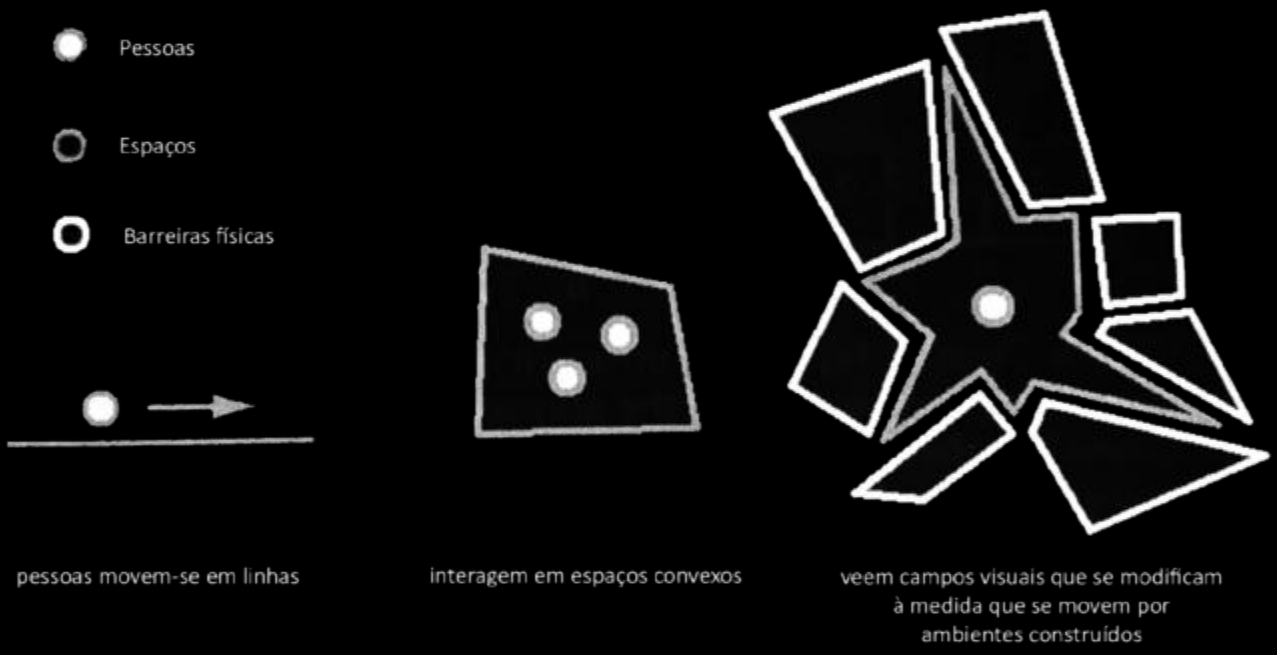
Antes de apresentarmos uma revisão de alguns dos relevantes estudos sobre museus em SE, é necessário explicitar alguns conceitos básicos deste campo teórico. Duas perguntas norteiam o livro Buildings and Society (KING, 1984), publicado originalmente em 1980, constituindo em um estudo clássico sobre as relações entre arquitetura e sociedade: (1) o que podemos entender sobre uma sociedade através do exame de seus edifícios e ambiente físico? e (2) o que podemos entender sobre edifícios e ambientes através do exame da sociedade na qual eles existem?. Mesmo sem oferecer uma metodologia de aferição, como a teoria da SE o faria um pouco mais tarde, King remete à necessidade de se estudar a relação entre características físicas do espaço e como seus usuários ali operam: "Para entender ambientes construídos é fundamental saber tanto os códigos e sistemas que ordenam o ambiente, quanto aqueles que ordenam o comportamento." (1984, p. 27, tradução nossa)

No âmbito da epistemologia, ou seja, da ciência que trata do conhecimento humano, uma teoria prescritiva, por ser mais abstrata e geral, é aquela que serve de base para outras. Teorias prescritivas fornecem uma fundamentação para o conhecimento através da qual o pesquisador pode chegar a certas conclusões, possuindo um caráter mais postulador. A distinção entre teorias prescritivas e analíticas é fundamental para o entendimento da natureza analítica (e não prescritiva) da SE, teoria que, com o auxílio de ferramentas de aferição desenvolvidas ao longo de suas diversas pesquisas, é voltada à descrição da arquitetura espacial de edifícios e cidades.

Inúmeras iniciativas anteriores à SE ilustram a aproximação ao pensamento lógico na representação do universo ou na expressão da beleza encontrada na natureza (como a elaboração do retângulo áureo), da mesma forma que importantes autores, como Ernst Neufert, Alexander Klein e Walter Gropius foram exemplos influentes que caminharam na mesma direção. Klein, talvez o menos conhecido dos três, apresentou uma metodologia de projeto mais matemática, que comparava vários tipos de habitação, visando determinar termos objetivos para avaliar a qualidade do projeto. Na década de 1960, período que antecede à criação da teoria do espaço da SE, em meados da década de 1970, arquitetos e pesquisadores estavam interessados no campo da topologia e sua lógica relacional de investigação e em como poderia ser usada para aprofundar conhecimentos entre morfologia e relações descritivas.

Esta lógica relacional está na raiz da teoria da SE, que se baseia na noção de que o espaço é um aspecto intrínseco à atividade e à experiência humana, e não apenas seu pano de fundo, e que funciona de modo que não varia apenas de acordo com propriedades deste ou daquele componente, mas sim pelas relações entre todos os espaços que constituem um leiaute. Na sintaxe espacial, uma estrutura espacial pode ser interpretada essencialmente em um mapa convexo ou um mapa axial, com pessoas movendo-se em linhas axiais, interagindo em espaços convexos e vendo campos visuais que se modificam à medida que se movem por ambientes (HILLIER e TZORTZI, 2011, p. 283) (ver Figura 19).

Figura 19: Diagrama da lógica geral da representação da SE de como pessoas andam, interagem e veem.



Fonte: Hillier e Tzortzi, 2011, p. 283 (recorte e edição do autor).

A forte relação entre espaço e movimento, especialmente movimento de pedestres, é chave na pesquisa deste campo. Na escala dos edifícios, a SE considera que estes são compostos por uma série de espaços e que cada espaço tem pelo menos uma ligação com outros espaços. As propriedades estruturais compreendidas nestes espaços e suas conexões estão carregadas de significado social cujas implicações afetam o comportamento geral do habitat humano.

Ao longo dos desenvolvimentos da SE, várias medidas sintáticas foram criadas. Destacaremos aqui algumas medidas básicas, que retomaremos ao longo do estudo, quando muitas das análises a serem feitas utilizarão de algumas destas (e de outras) medidas.

As primeiras medidas a serem apresentadas relacionam-se a espaços convexos e linhas axiais, as formas de representação essenciais na SE. A conectividade (ou grau de conectividade) é uma medida no âmbito local de um sistema espacial, que considera as relações de adjacência espacial entre unidades espaciais vizinhas, estabelecendo que dois espaços são adjacentes quando é possível acessar um diretamente a partir do outro, o que, na SE, quer dizer que um espaço está a um passo sintático do outro. Espaços com mais conexões a seus vizinhos imediatos apresentarão graus de conectividade mais altos.

A Integração (ou HH) é um outro atributo, que se refere à lógica global do sistema, representando a potencialidade de uma unidade espacial ocupar uma posição central de um espaço em um leiaute. Assim, espaços que são mais próximos a todos os demais espaços são os mais integrados em um sistema. Estes normalmente abrigam tráfego mais denso devido a esta condição centralizada e representam destinos potenciais. Opostamente, espaços segregados implicam em um maior isolamento de um componente em relação às demais unidades de uma rede de espaços.

Outra medida usada na SE, mas que não será utilizada nesta tese, é a do controle, que afere o grau no qual um espaço controla o acesso a seus vizinhos imediatos, levando em consideração o número de conexões alternativas que cada vizinho possui. A media da escolha (ou *choice*), que também não foi empregada nesta pesquisa, é uma medida efetiva na previsão do potencial de movimento de pedestres e veículos, geralmente aplicada à análise axial (AL-SAYED, 2014). Estas quatro medidas e suas correlações permitem detalhar como as propriedades de um leiaute relacionam-se à capacidade de cognição de indivíduos em sistemas espaciais.

Dentre as medidas secundárias, interessa a este estudo a inteligibilidade (ou R2), que deriva do conceito estabelecido por Bill Hillier, co-fundador da SE, que sugere que nossa habilidade de encontrar nosso caminho em um edifício ou cidade depende parcialmente da relação entre variáveis espaciais locais e propriedades espaciais globais, consequentemente, refletindo nossa habilidade de extrair inferências um no outro. Um ambiente inteligível seria aquele no qual estímulos visuais imediatos podem fornecer pistas sobre o que está além, ou seja, fora do campo visual imediato. Em contraste, em um ambiente não inteligível, como arquetípico do labirinto, por exemplo, é aquele no qual pistas visuais locais não se relacionam a sua estrutura espacial maior ou, no caso do labirinto, podem ser deliberadamente enganadoras.

Portanto, a inteligibilidade é o coeficiente de correlação entre a medida (local) de conectividade e a medida (global) de integração, ajudando a identificar o quão fácil é para alguém em uma posição local compreender a estrutura global do sistema espacial (DALTON *et al,* 2015, p. 11; AL-SAYED, 2014). Como veremos no capítulo 1, esta é uma medida crucial na caracterização espacial da GP.

Além dos mapas axiais e convexos, os sistemas espaciais podem ser descritos por meio de propriedades de visibilidade, utilizando-se como instrumentos de isovistas e grafos VGA. Este último, será um termo (ou abreviação) muito usado no decorrer desta tesa, cuja origem remonta ao conector de vídeo de placas gráficas, conhecido como *Video Graphics Array*, que, poderia ser traduzido literalmente como "padrão de disposição gráfica para vídeo", portanto, aplicado à SE, representa padrões relativos à disposição de campos visuais em sistemas espaciais. Ambos, isovistas e grafos ou mapas VGA's, são recursos de representação sintática que dizem respeito às propriedades visuais do leiaute, mais especificamente à intervisibilidade entre cada par de pontos deste e como isto se constrói nas configurações visuais do ambiente construído. Assim como a inteligibilidade (R2), esta forma de representação é importante nas questões que se referem à cognição espacial a partir de uma determinada posição e consistem em parte fundamental das análises que serão feitas neste estudo.

Uma isovista é um corpo físico conectado por um polígono fechado. Benedikt (1979) descreve isovistas como um polígono bidimensional gerado pelo espaço visível a partir de um ponto de vista. Cada isovista é única a um ponto de vista específico e, à medida que o indivíduo se move, esta se modificará para refletir um novo ponto de vista no ambiente. Usando modelos de pequena escala, o autor descobriu que a área e a variação da isovista afetava de modo significativo a experiência da propriedade perceptual de espacialidade, de forma que os pontos de vista com maiores áreas e maiores variação de isovista eram percebidos como sendo mais espaçosos (BENEDIKT e BURNHAM, 1981).

Algumas medidas topológicas que podem ajudar a informar sobre configurações espaciais de um leiaute associadas a questões de visibilidade são o coeficiente de aglomeração (*clustering coeficient*), a conectividade visual, a integração visual (também chamada de HH) e o controle (*choice*), dentre quais, as segunda e a terceira (sobretudo a integração visual) serão usadas nas análises empreendidas nos capítulos seguintes. O coeficiente de aglomeração indica o quanto um sujeito perde em termos de informação visual quando se move de uma locação para outra, de modo que isovistas mais convexas possuem um alto coeficiente de aglomeração, pois, nestas, pouca informação visual é perdida quando alguém se move nestes locais. Ao contrário, isovistas mais pontiagudas correspondem a um menor coeficiente, uma vez que mais informação visual é perdida no mesmo processo.

A conectividade visual mede o número de conexões (visuais) diretas a partir de um espaço, informando o quanto um espaço está conectado visualmente a outro. Integração visual computa a média do caminho mais curto para todos o nós em um grafo, que coincide com o menor número de conexões (ou passos sintáticos) que precisam ser atravessados para se alcançar um nó a partir de outro. Já o controle calcula a área da vizinhança em relação à área total da vizinhança

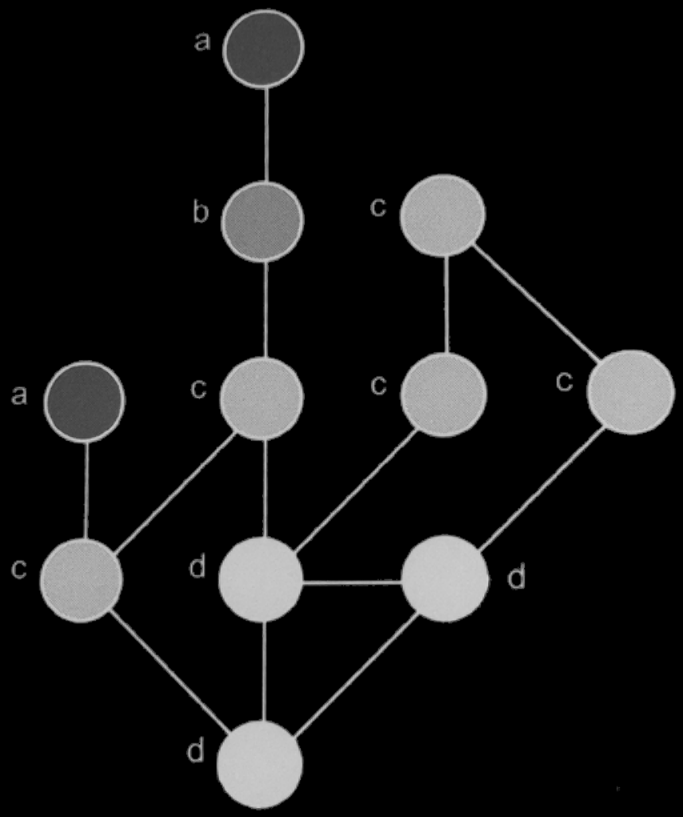
imediatamente adjacente, sendo muito útil para assinalar áreas nas quais observadores conseguem ter uma vista ampla do leiaute do espaço (AL-SAYED, 2014). Da mesma maneira que, na leitura por meio de permeabilidades físicas (através de mapas convexos e linhas axiais), a inteligibilidade, que é resultado da correlação entre grau de conectividade e integração (HH), na análise ou permeabilidades visuais ou visibilidade, a inteligibilidade visual é a correlação entre a integração visual e a conectividade visual, e, de modo análogo, indica o quão inteligível visualmente é um sistema, correlação que utilizamos em algumas análises realizadas neste estudo.

Quanto à ideia do museu como um tipo espacial, Bill Hillier e Kali Tzortzi (2011) defendem que, dado o estágio dos estudos sintáticos, mesmo talvez sendo ainda um pouco cedo para "responder certas questões sobre a interação entre o leiaute de exposições e as inter-relações configuracionais entre espaços" (HILLIER e TZORTZI, 2011, p. 296, tradução nossa), quanto à configuração é plausível fazer sugestões genéricas acerca da natureza do museu como um tipo espacial. Os autores estabelecem ideias teóricas básicas sobre algumas propriedades espaciais intermediárias através das quais podemos atribuir a cada espaço em um leiaute, uma identidade tipológica de acordo como cada um se relaciona localmente com outros espaços, adquirindo potenciais para ocupação e movimento.

Utilizando a ferramenta do grafo justificado para demonstrar isto, os autores determinam espaços tipo a, b, c e d, dentre os quais consideram aqueles do tipo c e d os mais relevantes para museus. Hillier (1986) definiu um espaço tipo c como aquele que seria conectado a dois ou mais espaços, posicionando-se em apenas um anel de circulação e ofertando um caminho alternativo de volta. Já os espaços do tipo d seriam conectados a mais de dois espaços e se localizariam pelo menos em dois anéis, o que permitiria mais de uma alternativa de volta e faria com que este espaço fosse propenso a funcionar como um foco local para o movimento. Espaços tipo a seriam aqueles sem saída e os tipo b, aqueles situados no percurso que leva a um espaço tipo a, não se posicionando em nenhum anel (ver Figura 20).

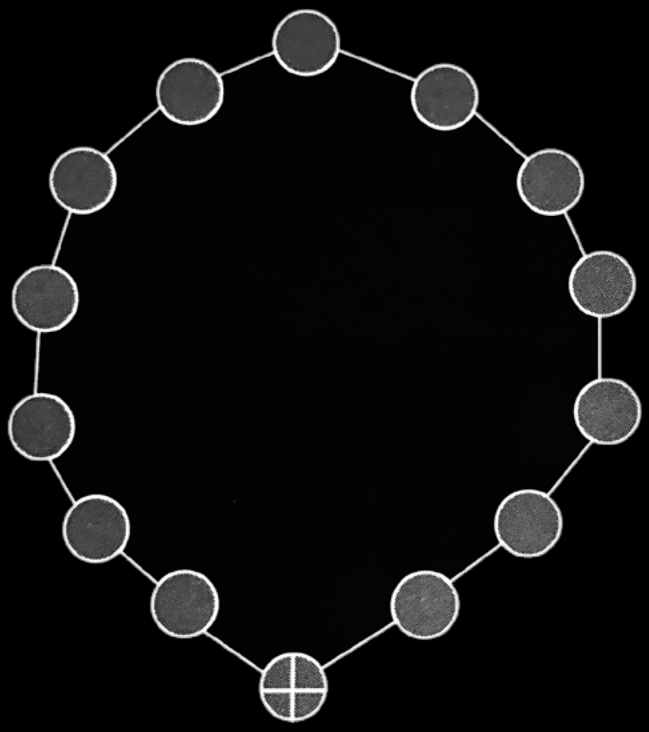
Dois esquemas extremos de museu, segundo os autores, seria, primeiro aquele no qual a estrutura espacial em museus apresenta-se com um anel único, na qual o visitante teria de seguir a mesma sequência de espaços na mesma ordem. O outro esquema conformaria uma estrutura espacial com conexão máxima entre espaços, que tenderiam a formar um complexo difícil de entender e impossível de ser visitado numa sequência ordenada. No âmbito desta tese, o primeiro representaria um caso extremo de galeria progressiva, o outro, o modo de organização tipo sala de período, que veremos no capítulo 2 (ver Figuras 21 e 22). Percebe-se que a maneira na qual espaços estariam conectados uns aos outros inevitavelmente influenciaria o potencial padrão de movimento e, consequentemente, como visitantes explorariam as exposições e seriam expostos à informação entre estas. Assim, os autores indicam que o equilíbrio entre espaços dos tipos c e d seria crucial na experiência do visitante em museus, o que teria claras implicações tanto para a função pedagógica como para a função social do museu. Sendo assim, a alternativa que sugerem seria a de projetar um espaço de forma tal que sequências fossem mais localizadas e interconectadas para permitir a visitantes escolher diferentes percursos e construir seu próprio padrão de experiência.

Figura 20: Os espaços tipo abcd de acordo com sua incorporação no leiaute.



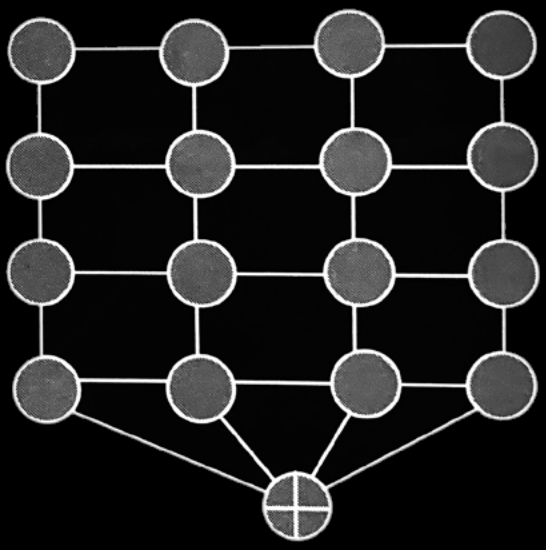
Fonte: Hillier e Tzortzi, 2011, p. 296 (recorte do autor).

Figura 21: Uma das possibilidades extremas de estrutura espacial em museus com um anel único no qual o visitante tem de seguir a mesma sequência de espaços na mesma ordem.



Fonte: Hillier e Tzortzi, 2011, p. 298 (recorte e edição do autor).

Figura 22: Uma das possibilidades extremas de estrutura espacial em museus, na qual tem-se a conexão máxima entre espaços que tendem a formar um complexo difícil de entender e impossível de visitar numa sequência ordenada.



Fonte: Hillier e Tzortzi, 2011, p. 298 (recorte e edição do autor).

O entendimento do comportamento espacial em estudos de museus no campo da sintaxe espacial

A síntese proposta por Hillier e Tzortzi (2011) sobre a aplicação da teoria da sintaxe espacial no entendimento de diferentes questões relativas a museus organização, há pouco referida, é tomada como guia básico na definição de estudos que revisaremos a seguir, que se organizam nas áreas de interesse a seguir: espaço e conhecimento; comparação de alternativas de projeto; cultura do espaço e da visitação; genótipos espaciais; o espaço e observador; espaço e função cognitiva; espaço como um sistema simbólico e a interação entre estratégia arquitetural e curatorial.

Em relação a escolhas do projeto, a primeira publicação foi Hillier *et al* (1982), que analisa dois esquemas propostos para a ampliação da National Gallery, em Londres. A intenção era mostrar que, estudando propriedades espaciais críticas (axialidade, segmentação e escolhas de movimento), os efeitos do design espacial no potencial informativo e caráter social dos projetos poderiam levar a um entendimento mais funcional em conjunto às considerações estéticas. A conclusão foi a de que a combinação de eixos principais, que cruzariam o leiaute em comprimento e largura, com linhas axiais secundárias, que interseccionariam estes eixos diretamente, levaria a potenciais pedagógicos e experiência social bem diferentes.

O primeiro facilitaria a abordagem pedagógica numa estrutura simples, com variedade e relações espaciais diretas e sequenciamento, que sugeriria uma apresentação cronológica da coleção e permitiria uma apreciação mais simultânea de pinturas e consciência de outras pessoas. O outro, por sua variedade de rotas alternativas, encorajaria a visitação mais exploratória, porém reduziria a consciência de outros visitantes, levando a encontros mais rápidos e menos constantes entre estes. Os esquemas promoviam uma cultura espacial distinta: um mais pedagógico, mais público e cerimonial, e, o outro, mais exploratório e privado. Por questões políticas, nenhum dos dois esquemas foi construído.

Posteriormente, Peponis e Hedin (1983), mudando o foco para o espaço e o conhecimento, lançaram um artigo seminal no qual comparavam duas galerias no Natural History Museum, em Londres, a partir de uma crítica às implicações pedagógicas e sociais dos seus leiautes. A conclusão geral foi a de que mudanças no leiaute refletiam mudanças nas ideias de conhecimento científico e suas formas de transmissão. Para os autores, enquanto a Birds Gallery (1881) tinha uma circulação central ladeada por espaços expositivos - refletindo as ideias classificatórias científicas sobre natureza do século XIX – o Human Biology Hall (recentemente reformado), conformava uma sequência de espaços de profundidades diversas, que espelhava a teoria da evolução prevalecente na metade do século XIX.

Outro aspecto apontado foi o de que, na Birds Gallery, o conhecimento cientifico era mostrado, mas não explicado, já no Human Biology, este tomava uma forma mais didática e física, reforçada pelo uso de tecnologia educacional mais popularesca. Ainda sobre este espaço, pontuaram que o pensamento educativo corrente refletia-se no leiaute da exposição fragmentada e subdividida, e axialmente fragmentada, a qual servia o aprendizado individual, em contraste

com a morfologia antiga, marcada pelo eixo central, que agia como um ponto de integração, gerador de interatividade entre pessoas e objetos.

Dentre os trabalhos dedicados à comparação de alternativas de projeto, Pradinuk (1986) comparou leiautes a partir da transposição dos conceitos de classificação e emolduramento do sociólogo Basil Bernstein, cuja interpretação espacial entendia a classificação como o isolamento visual do conteúdo da galeria e, por emolduramento, o grau mais ou menos rígido de uma circulação. O autor discutiu como estes dois afetariam as relações pedagógicas entre curadores e visitantes e as relações sociais entre visitantes, sugerindo uma das tipologias de galeria mais conhecidas e influentes na Europa.

Inspirado por Pradinuk, Choi (1997) realizou estudos empíricos sobre movimento e uso do espaço em leiautes de museus e galerias no início da década de 1990. Em sua tese de doutorado, de 1991, investigou o quanto o movimento era determinado pela configuração espacial, em vez de objetos em exibição, em oito museus de arte nos EUA. Observou itinerários de visitantes e distribuição espacial no leiaute, contando o número de pessoas, paradas e em movimento, em cada espaço em uma série de visitas, e padrões dinâmicos por rastreamento não-obstrutivo de itinerários individuais. As descobertas levaram o autor a dois modelos em relação ao papel do espaço na estruturação do padrão de movimento: (1) o modelo determinístico, que força o movimento à medida que a escolhas de circulação são restritas e (2) o modelo probabilístico, segundo o qual permite-se que o movimento seja mais randômico, porém modulado por variáveis configuracionais.

Peponis (1993) levou adiante os resultados de Choi ao estudar o Human Biology Hall, cujo leiaute, argumentava, levava o visitante a perder qualquer sentido do todo e a natureza social da experiência do museu, comparando-o ao que seria o seu oposto, o Solomon R. Guggenheim Museum, em Nova Iorque (F.L. Wright, 1943-59), onde as duas escalas de visualização juntam-se em uma experiência única. O autor relaciona estes dois museus ao High Museum of Atlanta (Richard Meier and Partners Architects, 1980-83), que explorava ambos os potenciais, acabando por criar experiência social e informacional mais rica, de movimento e encontro.

Quanto ao grupos dos estudos sobre espaço e cultura da visitação, uma referência fundamental, que demanda um maior detalhamento, são os estudos sobre a galeria Tate Britain Millbank, em Londres (Sidney R. J. Smith, 1897) realizados pelo Space Syntax Laboratory, University College London, em 1996 (HILLIER *et al*, 1996). O objetivo foi entender o impacto dos principais acréscimos e alterações feitos ao longo do tempo no edifício e como estes poderiam afetar os padrões de visitação e a cultura espacial da galeria.

O leiaute formal da Tate Britain, configurado como espaços tipo salas, com os acessos, quase sempre, alinhados em sequências, remete a museus emblemáticos do século XIX, como o Altes Museum (rotunda ao centro com doma e arranjo linear e galerias) e a Alte Pinakothek (distinção de espaços por pavimento e enfileiramento sequencial de galerias).

Os pesquisadores queriam descobrir como este leiaute neoclássico gerava uma experiência informal, apontada por visitantes em entrevistas prévias como o motivo pelo qual retornavam tantas vezes ao edifício. A análise minuciosa dos padrões de movimento e uso do espaço deste estudo tornou-se modelo para estudos de leiautes de museus e galerias e é importante para esta pesquisa, que, similarmente, tratará de padrões de movimento, sobretudo através do uso da análise de agentes autômatas.

O registro das rotas dos visitantes mostrou que estes, ao entrarem, rapidamente se espalhavam por muitas partes da galeria, mas não todas, e levou à surpreendente descoberta de que o padrão capturado nos primeiros 10 minutos das visitas acabou por repetir-se durante todo o dia. Foram feitas contagens de visitantes atravessando cada portal e contagens separadas sobre quantas pessoas viam as exposições em cada galeria, possibilitando que, a cada espaço, fosse indexada uma taxa de movimento, uma taxa de visualização e uma taxa de ocupação total. Estas contagens foram depois correlacionadas com valores de integração obtidos dos mapas convexos, levando à descoberta de que, assim como na integração visual, havia uma relação forte e linear que embasava o fato da galeria ser lida pelos visitantes como ambientes conectados visualmente através de entradas enfileiradas, conforme havia sido concebida.

As análises levaram à constatação sobre o poder de um edifício em determinar o que neste acontecia através do seu leiaute espacial. A análise espacial permitiu perceber que o núcleo de integração conectava o acesso principal pelo eixo central a partes mais profundas do edifício, estruturando tanto o acesso às galerias, desde a entrada, como por entre as galerias em diferentes partes do edifício. O eixo e os modos nos quais as galerias estavam relacionadas a este, tinham, portanto, um papel fundamental em tornar o leiaute inteligível e na organização do movimento, tanto para dentro como para fora da galeria, e em seu interior.

Esta estrutura, conhecida na sintaxe como "núcleo raso", é a responsável pelo sentido de encontro dinâmico informal em muitos tipos de edifício e o efeito que dela emerge é chamado de "agitação" (do inglês, *churning*). Esta agitação refere-se a pessoas movendo-se continuamente (no caso, pela galeria) reencontrarem não apenas aqueles que entram e saem dali, mas também aqueles que haviam encontrado antes. Isto é muito importante para a experiência da sociabilidade em um edifício, pois como nós inconscientemente tendemos a examinar aqueles que estão copresentes, um reencontro pode ser uma experiência de reconhecimento consciente e inconsciente, algo como encontrar alguém pela segunda vez. Como veremos no capítulo 3, este mesmo efeito pode ser percebido nas análises e observações in situ no MG, onde pessoas se encontraram e se reencontram na rampa central.

Por fim, o estudo Hillier *et al* (1996) defende que estes reencontros, os quais parecem randômicos, são, na verdade, frutos da previsibilidade imbuída no leiaute e que são justamente estes tipos de leiautes que geram experiências mais socialmente ativas e excitantes do que aqueles que inibem esta "agitação". É assim que um padrão de visitação informal, aparentemente randômico, pode resultar de um leiaute formal e neoclássico, como o da Tate Britain.

Sobre genótipos espaciais, o trabalho de Huang (2001) é relevante por abordar um conjunto de museus de diferentes períodos e países em relação à espacialização do conhecimento e relações sociais, sob o argumento de que dois temas – os quais considera genotípicos - estão embebidos no leiaute espacial do museu moderno: o caminhar organizado e a reunião de visitantes. O primeiro aconteceria em sequências visitáveis, de forma a mapear o conhecimento e, o segundo, com a criação de espaços de reunião de pessoas, o núcleo de integração. Ilustrando seu argumento, Huang classificou os museus de acordo com a força de sequenciamento e a profundidade do núcleo de integração, observando que, neste último, o museu tende a tornar-se mais profundo com o tempo, o que leva a um efeito no padrão de copresença e cociência, que é o encontro físico de pessoas quando em movimento. Enquanto no núcleo profundo do museu atestava-se a copresença física, no núcleo raso, o encontro de pessoas era enfraquecido e substituído pelo encontro virtual de visitantes pela visibilidade.

O autor ainda pontuou que, mesmo não havendo uma tendência comparável quanto à força da sequência, percebe-se uma inclinação forte ao sequenciamento nos museus britânico, argumentando que esta distribuição desigual de genótipos sugeria uma maneira de encontrar formas diferentes de resolver um conflito entre as funções sociais e informacionais do museu em um conjunto finito de modos possíveis de se projetar leiautes de edifícios desta natureza.

Na área que é de especial interesse para a pesquisa, as questões do espaço e do observador, Psarra e Grajewski (2000) acrescentaram questões da forma às de leiaute, visando fornecer uma melhor compreensão da arquitetura como uma entidade maior, tridimensional, espacial, formal, social e simbólica, na qual características espaciais, de natureza comum àquelas aferidas pela SE, ocorreriam. O pressuposto era o de que para usuário e arquitetura interagirem, é preciso que haja a compreensão do edifício, tendo como objeto de estudo o Museum of Scotland, especificamente, como sua articulação geométrica, volumétrica e de superfície relacionam-se as suas características sintáticas. Os autores propõem maneiras nas quais o observador pode captar a tridimensionalidade escultórica do edifício e observam como características tridimensionais formais podem afetar a cognição do espaço e a inteligibilidade.

Os mesmos autores exploram o tema mais a fundo no estudo que fazem para a galeria e museu de arte Kelvingrive (Psarra e Grajewski, 2002) e, mais ainda, por Psarra (2005), em sua análise comparativa de dois museus, o Natural History Museum, em Londres, e o Burrell Museum, em Glasgow. A autora investigou de que modo os conceitos arquitetônicos, como axialidade e camadas espaciais, afetavam a integração, sugerindo que a arquitetura usa propriedades sintáticas para mediar a relação entre edifício e expositores, criar uma experiência variada e interessante, e estimular a exploração futura. Psarra defende que, desde edifícios históricos aos contemporâneos, a arquitetura dos museus parte do 'mostrar' para o 'contar' e da classificação para a narrativa.

Hillier e Tzortzi (2011) apontaram ainda que o Fourth International Space Syntax Symposium, versão de 2003 dos congressos internacionais bienais que enfocam trabalhos no campo da SE, foram um marco na emergência de uma

nova contribuição à literatura da SE: a discussão de funções comportamentais e cognitivas nos espaços de museu, sobretudo quanto ao espaço expositivo.

Nesta área, destacou-se o estudo de Peponis *et al* (2003), que explorava a relação entre leiaute e comportamento do visitante em espaços expositivos de planta livre. Foram abordadas duas exposições de ciência itinerantes que apresentavam, em sua maioria, exposições individuais interativas, classificadas em temas conceituais, definidos através de rotulação temática, uso da cor e espacialização de zonas. O desafio era explorar como um leiaute aberto, que permitia quase qualquer tipo de movimento, com visibilidade não obstruída, poderia influenciar o padrão de exploração.

Observando o arranjo espacial de exposições individuais em relação aos tipos de contato e engajamento dos usuários com estas, foi revelado que parâmetros espaciais tinham um efeito poderoso na maneira como as pessoas exploravam as exposições. O padrão de contatos era afetado pelas variações de acessibilidade direta, já o padrão de engajamento era influenciado pelo grau de visibilidade cruzada individual. Também foi estudado o arranjo espacial das exposições do mesmo tema, levando à descoberta de que, enquanto a sequência de contatos era afetada pelo agrupamento temático das plantas, os engajamentos resultaram de uma decisão consciente, que era o registro cognitivo de rótulos temáticos. Isto implicava que o projeto do espaço pode acrescentar relações entre objetos que, de outra forma, são equivalentes em termos de acessibilidade ou visibilidade, afetando os modos nos quais os expositores são percebidos e mapeados cognitivamente.

Sobre os trabalhos que entendem o espaço como um sistema simbólico, Stavroulaki e Peponis (2003) discutiram o leiaute de museu como um aparato pedagógico para transmitir um significado não-narrativo, usando, para isso, o projeto do arquiteto Carlo Scarpa para o Castelvecchio Museum (1959-73), que ilustrava a percepção humana acerca de como exposições estariam relacionadas e construiriam significado espacial. Os autores primeiro discutiram o posicionamento de estátuas nas galerias de escultura do museu, mostrando que a disposição, aparentemente livre, quando examinada em detalhe, revelava um padrão configuracional preciso. A locação de cada estátua levou em consideração a das demais, de forma que seus olhares estavam diretamente voltados um para o outro ou intersectavam-se em um ponto comum no espaço, geralmente um eixo de integração axial. A percepção destas relações dependia, por sua vez, do posicionamento dos visitantes nos pontos de intersecção e reconhecia a convergência de olhares, de modo que a estrutura do campo destes olhares poderia ser revelada através do movimento.

Desta forma, as estátuas deixavam de ser apenas objetos para serem vistos, e a visualização à distância era substituída por uma experiência corporificada, na qual o espaço, não só levava a padrões de encontro entre visitantes, mas também a um campo de cociência, gerado pela copresença de visitantes e estátuas.

No campo da interação entre estratégia arquitetônica e curatorial, o estudo de Tzortzi (2003) sobre Salisbury Wing

(Venturi Scott Brown, 1991), extensão da National Gallery, em Londres, reforçou esta nova ênfase na microescala do arranjo espacial em museus. A autora primeiro analisou a morfologia do movimento e argumentou que esta era explicada pela configuração do leiaute. Observando rotas de 100 pessoas nas galerias, percebeu que os espaços locados mais fora do percurso de busca dos visitantes estavam na porção central do leiaute ou espinha dorsal da galeria, o que é justificado pela estrutura do grafo, na qual, se o visitante seguisse a rota proposta pela galeria, não poderia passar por todos os espaços, retornando ao ponto de partida original sem ter de voltar a alguns dos espaços ou deixar escapar partes da galeria.

Tzortzi defendeu que, se o poder do espaço superava as intenções dos curadores, havia uma forte sinergia entre estratégia curatorial e projeto do espaço. Neste sentido, observou que os leiautes dos expositores foram potencializados espacialmente para ampliar o impacto dos objetos através da maximização da axialidade, que eliminava efeitos de distanciamento e, combinada às relações espaciais abertas, favorecia relações temáticas ou estéticas entre as obras. Além disso, vistas intencionais e eixos que reforçavam um ao outro serviam ao posicionamento de telas em locações estratégicas no final de longas linhas de vista nos espaços mais profundos, um aspecto que criava um efeito visual, induzindo o movimento. Como consequência, tanto o leiaute espacial como o arranjo do expositor, o caráter espacial do itinerário, tornou-se mais coerente e a experiência mais determinística.

Por fim, encerrando esta revisão, em um outro estudo, a mesma autora comparou o museu Castelvecchio e a Sainsbury Wing (TZORTZI, 2004), chegando à conclusão de que havia um diferente tipo de integração do projeto do espaço com o leiaute do expositor, pois Scarpa, no Castelvecchio, não havia usado o espaço para melhorar as exposições, mas sim, objetos para articular e elaborar espaço, tornando a cultura do visitante mais exploratória e a visita ao museu, uma experiência arquitetônica, um evento espacial.

Nesta pesquisa pretende-se combinar algumas das áreas de interesse exemplificadas nestes estudos, ampliando o entendimento da experiência humana no espaço de museus com noções e aferições advindas da neurociência, especificamente no tocante à função cognitiva da atenção enquanto resposta à interação sujeito-ambiente. Acredita-se que, quanto à sintaxe, são de especial relevância os estudos nas referidas áreas do espaço e observador e do espaço e função cognitiva. Conforme comentando anteriormente, alguns estudos adicionais serão tratados nos capítulos subsequentes, uma vez que merecem uma análise mais específica, portanto. inseri-los em seções especificas deste documento resultou mais efetivo para um melhor entendimento dos assuntos e/ou procedimentos ali tratados, como foi o caso, por exemplo, dos estudos sobre análise com agentes autômatas.

Após abordar alguns dos estudos chave sobre museus na SE, será apresentada na seção seguinte uma trajetória sintética, das origens do museu ao seu estabelecimento nas primeiras décadas do século XX. Alguns do museus inclusos nesta trajetória serão abordados em mais detalhes no capítulo 1, quando serão contextualizados no conjunto da

produção de museus que assistem ao início do modo de organização da GP, para, posteriormente, no mesmo capítulo, serem analisados por meio de ferramentas da SE. O percurso apresentado a seguir encerra-se nas primeiras décadas do século XX, momento a ser retomado no capítulo 2, quando forem introduzidos os dois exemplares de GP modernas, o MG e o MCI, casos relevantes para o entendimento do modo de organização GP, objeto desta tese.

A Estrutura da Tese

Assim, para tentar responder à pergunta lançada anteriormente, objetiva-se investigar a GP, a partir da aferição de suas propriedades espaciais relacionadas ao movimento e à visão de visitantes segundo um recorte empírico cujas estratégias principais são sua contextualização histórica, seguida da análise sintática de modelos hipotéticos reduzidos de GPs, de exemplos reais de museus e galerias históricas, de dois casos modernos emblemáticos de GPs (o MG e o Museu do Crescimento Ilimitado (1939), por Le Corbusier) e de modelos hipotéticos adicionais e mais complexos de GP. Por fim, complementa-se a análise destes modelos com experimentações de navegação em realidade virtual, que incluem a medição do desempenho cognitivo humano relativo à medida do foco atencional, tomando emprestado noções da neurociência para embasar a análise desta aferição.

Os leiautes progressivos hipotéticos a serem analisados foram criados empiricamente com base nas precedências que estabelecemos –GPs históricas e dois exemplares de museus que compõem a historiografia da arquitetura moderna, inclusive com observações in situ no MG, um destes exemplos – e resultam da inscrição de diferentes permeabilidades a um sistema inicial mínimo, de permeabilidade única, que denominamos de "galeria progressiva pura". Este sistema inicial, com a introdução de um léxico reduzido que inclui alterações de suas barreiras limítrofes e/ou adição de novas células espaciais, converte-se em leiautes mais complexos, que perdem o caráter inicial progressivamente puro. Em que medida estas alterações afetam a progressividade dos sistemas e, consequentemente, o comportamento espacial é o que intentamos aferir.

Para conduzir a investigação, a tese divide-se em quatro capítulos. No primeiro destes, define-se o modo de organização espacial da GP a partir de sua contextualização na tradição da produção arquitetônica de museus, sobretudo no âmbito do museu público, iniciada no final do século XVIII (Grande Galerie, Palácio do Louvre, 1793), consolidando-se no século seguinte, com a construção de uma série de museus relevantes na Alemanha (GIEBELHAUSEN, 2011). Ancorando-se nas definições de Bennett (1995) e Sutton (2000) sobre a GP e na contextualização de exemplares seminais, elaboram-se modelos hipotéticos reduzidos no intuito de sintetizar as características espaciais iniciais da GP, que embasaria a subsequente análise de galerias históricas. Conforme as variações de arranjos sugeridas por Sutton (2000) e os tipos de configuração de circulação apontados por Tzortzi (2015), a análise da amostragem destas galerias, que são classificadas em três tipos (em linha reta, radial e híbrida), visar gerar um maior entendimento sobre o comportamento espacial nestes leiautes, os quais compartilham de uma sequência única de espaços (linha reta) ou variações nesta sequência,

permitindo mais escolhas de rotas (radial e híbrida). Conclui-se o capítulo com o estabelecimento de associações entre medidas sintáticas e o teor de progressividade das GPs analisadas, que incrementam a caracterização espacial da matriz inicialmente definida.

No segundo capítulo inicia-se a abordagem detalhada de dois casos de GPs modernas, o Solomon R. Guggenheim Museum (MG), projetado pelo arquiteto norte americano, Frank Lloyd Wright, a partir de 1943 e inaugurado em 1959, e o Museu de Crescimento Ilimitado (MCI), concebido pelo franco-suíço, Le Corbusier, em 1939. Com fisionomias marcadas por formas distintas, ambos projetos, além de emblemáticos edifícios modernos, têm concepções baseadas na lógica da circulação em espiral, que, por esta razão, envolvem a disposição progressiva de espaços. No primeiro, a progressividade é expressa nas galerias sequenciais em arranjo espiral, e, no segundo, combina-se o arranjo em espiral com um sistema em cruz, tipo cata-vento. Neste capítulo, são visitadas as implicações da concepção em espiral e progressividade nos dois projetos segundo o discurso dos arquitetos e de autores que discutiram sobre os museus e/ou a obra de seus autores. No caso específico do MG, por ser um edifício construído - enquanto o MCI permaneceu no plano ideal - também são apresentadas suas principais reformas (até a década de 1990), que, como veremos no capítulo seguinte, afetam as propriedades espaciais iniciais inferidas no projeto de Wright.

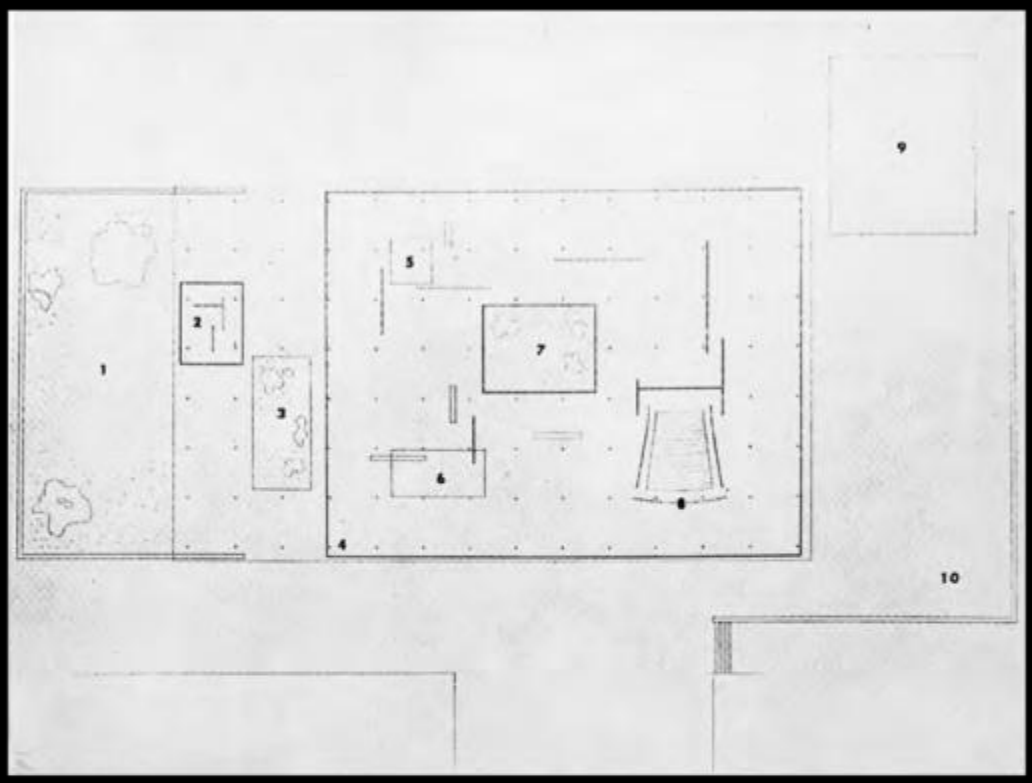
No capítulo três, estes museus são analisados visando a aferição das mesmas medidas sintáticas verificadas para as GPs históricas no capítulo 1, o que permite avaliar, ao seu final, o caráter mais ou menos progressivo de cada um. Exemplares comumente presentes em publicações sobre museus, arquitetura moderna e obras dos arquitetos que os projetaram, o MG e o MCI foram raramente abordados quanto ao aspecto configuracional de seus leiautes (a abordagem de Peponis (1993) sobre o MG é uma exceção, mas não apresenta aferições). Portanto, é importante tentar preencher esta lacuna e, ao mesmo tempo, estender à discussão da GP a estas importantes concepções de museus modernos. Além da análise sintática de ambos os casos e a comparação entre estas, o MG também foi observado in situ, o que permitiu, não só a experiência real em uma GP, como realizar levantamentos de alguns dados relativos ao comportamento de visitantes, os quais contrastam-se com aqueles estabelecidos computacionalmente através de ferramentas da SE.

No capítulo quatro, em continuidade à investigação de aspectos morfológicos em leiautes progressivos, agora incrementada com a análise detalhada dos dois casos modernos, são analisadas novas configurações de GPs, mais complexas do que as introduzidas no primeiro capítulo, que chamamos de "variações hipotéticas". Parte-se da descrição dos parâmetros métricos e configuracionais que geraram estas variações, para, em seguida, proceder sua análise sintática, no intuito de avaliar em que medida as transformações efetuadas na GP pura afetam seu teor de progressividade,estabelecendo uma caracterização espacial mais sólida da GP.

Visando estender esta caracterização, enquadrando a pesquisa na área atualmente conhecida como "projeto informado pela neurociência" (*neuroscience-informed design*), a partir da seção 4.4, apresentam-se algumas noções sobre

neurociência cognitiva, com enfoque na anatomia e funcionamento da função cognitiva da atenção em indivíduos, para depois discutirem-se os usos da interface cérebro-computador (BCI) e da realidade virtual (RV), aplicados a experimentos de imersão virtual de usuários reais em alguns dos modelos de GPs criados. Subsequente a esta parte teórica, são detalhados os meios e métodos utilizados nestes experimentos, cujos resultados são organizados quanto ao que objetivam esclarecer: padrões de movimento de visitantes, desempenho da métrica de foco por parte dos indivíduos e comparações específicas com resultados da análise sintática das variações, que se concentraram nas relações entre aspectos ligados à visibilidade e à espacialização dos picos de foco dos visitantes nos ambientes virtuais.

Figura 23: Museu para uma Pequena Cidade (Mies van der Rohe,1942)



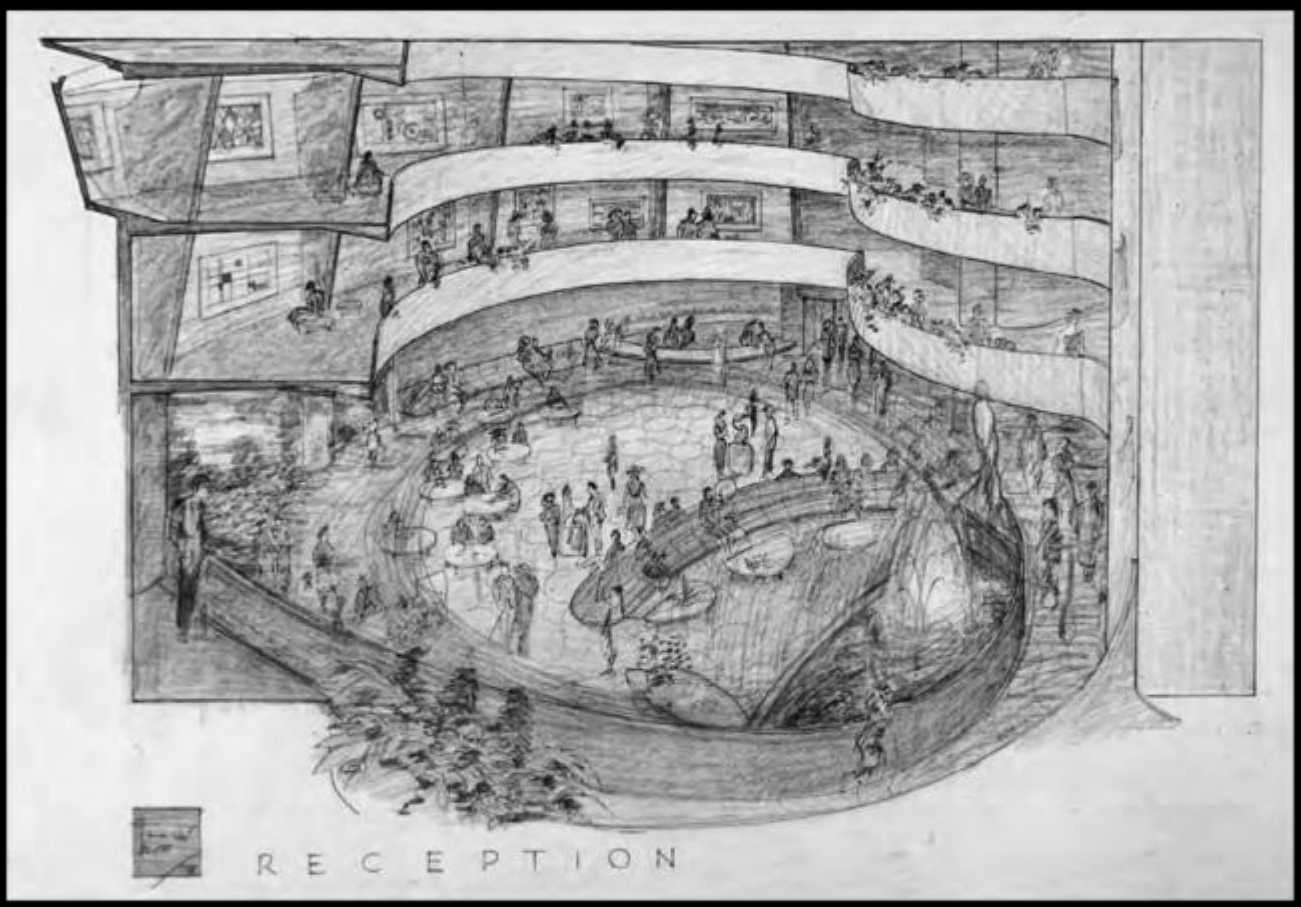
Fonte: Drexler, 1960, p. 74.

Figura 24: Museu para uma Pequena Cidade (Mies van der Rohe,1942)



Fonte: Drexler, 1960, p. 74.

Figura 25: Solomon R. Guggenheim Museum (MG), vista interna, Frank Lloyd Wright, 1958.



Fonte: Levine, 2009, p. 88 (recorte do autor).

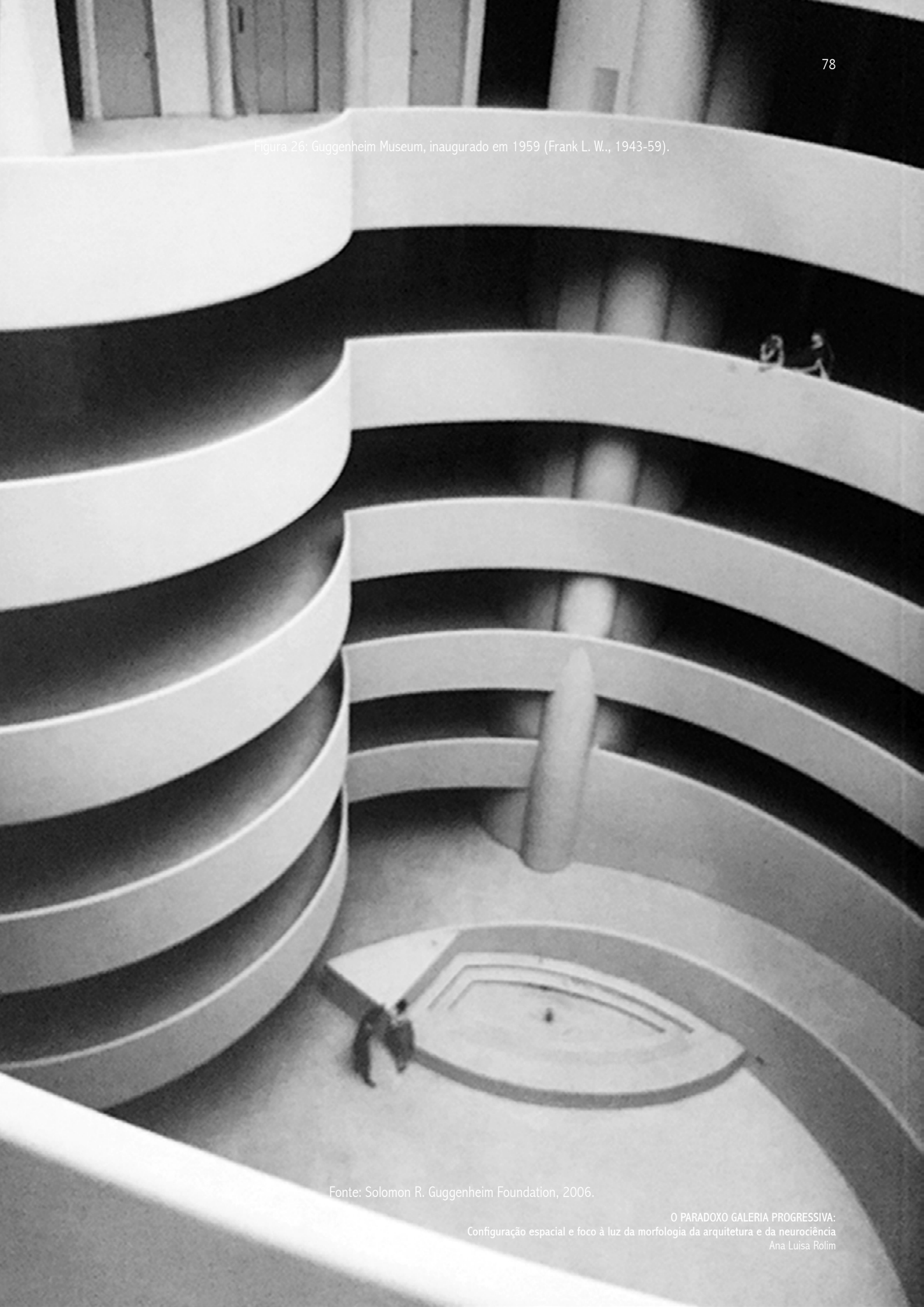


Figura 26: Guggenheim Museum, inaugurado em 1959 (Frank L. W., 1943-59).

Fonte: Solomon R. Guggenheim Foundation, 2006.

2.

PROGRESSIVIDADE: DEFINIÇÃO

2 PROGRESSIVIDADE: DEFINIÇÃO

Neste capítulo inicial, busca-se conceituar, no âmbito da produção de museus, a galeria progressiva, objeto de interesse geral desta tese, para que, chegando-se a um entendimento acerca de sua morfologia, seja possível o estabelecimento de características espaciais relevantes desse tipo de espaço expositivo, peças-chave na escolha e na análise dos casos a serem detalhados e discutidos no terceiro capítulo.

2.1 Conceituando a Galeria Progressiva

> *"O ritmo exato das sucessões de espaço é a arte da arquitetura."*
> (BREUER, 1962 *apud* BLAKE, 1956, p.64, tradução nossa)

No final do século XIX, os museus passaram por um processo de criação de um novo espaço, que era, ao mesmo tempo, racional e científico, no qual a especialização e a classificação tornaram-se características distintas, levando a uma estrutura historicizante de espaços expositivos no início do século seguinte. Tony Bennett, sociólogo inglês especialista em estudos de política cultural, que investiga como museus do século XIX e XX organizavam suas coleções e, com isso, visitantes – observa, inclusive, que essa foi uma inovação importante, coincidindo com o desenvolvimento de várias disciplinas e práticas que desejavam reproduzir o passado e sua representação como uma sequência de fases em direção ao presente (BENNETT, 1995, p. 75).

Similarmente, a autora norte-americana Victoria Newhouse, que assina importantes publicações sobre museus e o poder do posicionamento de obras de arte nestes, observa que os museus públicos "impuseram direções claras para o movimento através de suas galerias, apresentando uma visão geral que, depois de 1750, se transformou em organizações cronológicas enfatizando a história" (NEWHOUSE, 2005, p. 14, tradução nossa).

O cenário apontado por esses autores – que, pode-se dizer, tem suas origens remotas em dois importantes marcos de museus públicos, o Ashmolean Museum (Oxford, 1683) e a Grande Galeria do Palácio do Louvre (Paris, 1793) – reflete, na verdade, uma situação mais ampla, resultante de confluências de interesses individuais e demandas sociais aceleradas em finais do século XIX, que, marcada pela profissionalização do museu, passa a testemunhar uma diversidade de associações e critérios para acreditação profissional, jornais e conferências anuais no campo museológico. As funções hoje comumente inclusas em edifícios de museus iriam ser consolidadas justamente com o museu público através do "arranjo sistemático de objetos no espaço para os propósitos de exibição, prazer e educação" (PEPONIS, 1993, p. 57, tradução nossa).

Essa condição é reforçada ao se observar que as coleções de museus ainda atraíam uma clientela específica na metade do século XIX, mas que a pressão política em prol do acesso público acabou predominando, e, nesse contexto, a produção de conhecimento evoluiu bastante, fazendo com que a subdivisão entre conhecimento e espaço trouxesse consigo "a

subdivisão de trabalho em novas disciplinas e profissões: professores, bibliotecários, curadores, conservacionistas e pesquisadores com novos corpos de profissionais, jornais, sistemas educacionais e atividades acadêmicas" (MARKUS, 1993, p. 208, tradução nossa).

Algumas iniciativas pioneiras na utilização de princípios históricos de exposição e coleção aconteceram na França, antes de sua consolidação no século XIX. Dentre essas, destaca-se o Musée de Monuments Français, criado por Alexandre Lenoir, aberto ao público em 1793 (e fechado precocemente em 1816), que marca os novos métodos de organização e catalogação em museus, com sua coleção disposta "em uma cronologia de uma saga nacionalista evolucionária" (GIEBELHAUSEN, 2011, p. 7, tradução nossa). Contudo, BANN (1984) afirma que o primeiro passo na sistematização envolvendo totalidades históricas foi dado com as salas de período do arqueólogo e colecionador francês, Alexandre du Sommerard, no palácio Hôtel de Cluny (1832-42), era quem trazia artefatos antigos (mobília, vitrais, louças, armaduras, utensílios etc.) organizados em uma espécie de corrente cronológica interdependente.

Nesse contexto entre os séculos XVIII e XIX, alguns estudiosos, como Bennett (1995) e Sutton (2000), sugeriram dois tipos principais de modos de organização dos espaços de museus: a galeria progressiva (GP) e a sala de período (SP). Apesar dessa redução ser de certo modo limitadora, afinal museus têm uma variedade maior do que essas duas condições, a classificação assinala os dois propósitos centrais que "museus começaram a servir à medida que passaram pela modernização: a relação e disposição histórica sistemática de objetos antigos e estimados e, mais tarde, a corporificação dos ideais historicistas de totalidade histórica e progressão linear" (SUTTON, 2000, p. 20, tradução nossa).

A SP, diferente do objeto de estudo geral desta tese, a GP, é considerada pelo historiador Nikolaus Pevsner, o "princípio do futuro", da organização, configurando, em termos de espaço, salas conectadas entre si, nas quais o conteúdo era organizado cronologicamente por período, muitas vezes dependendo de letreiros e rótulos adicionais para melhor direcionar os visitantes. Esse tipo de espaço pode ser encontrado em vários museus importantes, como a National Gallery (William Wilkins, 1824, construção iniciada em 1833) e, mais adiante, o Metropolitan Museum of Art (Richard Morris Hunt, 1870), em Nova Iorque (PEVSNER, 1976; SUTTON, 2000).

Na verdade, segundo Sutton (2000), a SP teria sido primeiro implementada curiosamente em uma galeria de estilo barroco, a Galeria de Dusseldorf (1755), a que, em 1780, Christian von Mechel, um suíço editor e negociante do mercado das artes, propôs dividir as salas de acordo com Escolas nacionais e, nestas, fazer agrupamentos por artista, escrevendo no catálogo da exposição que organizou que o belo edifício era adequado a esse propósito porque tinha "várias salas separadas, de modo que o arranjo deveria ser o máximo possível como uma história da arte visível. Uma coleção pública tão grande intencionada à instrução, mais do que ao prazer fugaz, é como uma rica biblioteca na qual aqueles ansiosos para aprender ficam contentes ao encontrar trabalhos de todos os tipos e períodos" (PEVSNER, 1976, p. 121, tradução nossa).

Para satisfazer a demanda histórica do século XIX, exposições de arte em museus articuladas progressivamente passaram a ser vistas como ideais para integrar fragmentos (por exemplo, artefatos de diferentes períodos), o que se adequava particularmente à capacidade inerente ao ideal de espaço sugerido pela GP, cuja geometria, com obras de arte ordenadas ao longo de suas paredes predominantemente longilíneas, teria a capacidade de orientar os visitantes naturalmente, definindo percursos de modo mais independente de artifícios extras (letreiros, textos etc.) do que no tipo sala de período.

Além da forma seminal em linha reta ou túnel abobadado, talvez a configuração mais antiga e comum de GP, a acadêmica norte-americana em filosofia da arte, Tiffanny Sutton, sugere que, uma vez estabelecida a simples regra de que os visitantes deveriam seguir artefatos progressivamente, esse esquema poderia ser desenvolvido em várias geometrias, como uma estrutura helicoidal, utilizada no museu Solomon R. Guggenheim (MG), projetado por Frank Lloyd Wright (1943-59) – um dos dois casos a serem discutidos no próximo capítulo –, de quadrados concêntricos, hexágonos concêntricos, círculos concêntricos ou combinações destes (SUTTON, 2000, p. 19).

Tzortzi também frisa que esses estudos, por mais sugestivos que sejam quanto a sua relação com mudanças espaciais em museus a contextos culturais e sociais, não se aproximam muito dos conceitos analíticos que interessam para que sejam descritas diferenças entre leiautes nos moldes do que interessa ao campo da sintaxe espacial, defendendo, contudo, que o aspecto da configuração da circulação na organização espacial tem sempre estado presente na literatura sobre museus, desdobrando-se em quatro temas chave: como o arranjo espacial em galerias sequenciais relaciona-se à maneira como pessoas se movem e exploram galerias; a facilidade de legibilidade, ou inteligibilidade, do leiaute; a visualização de objetos; e como o museu funciona enquanto espaço social (TZORTZI, 2015).

Esses temas são cruciais neste estudo e estarão presentes nas análises morfoespaciais iniciadas na subseção seguinte e desenvolvidas ao longo dos demais capítulos. Por enquanto, cabe dizer que há uma relação direta entre a forma de organização da GP (SUTTON, 2000; BENNETT, 1995) e o primeiro dos quatro conceitos recorrentes de circulação presentes na literatura segundo Tzortzi (2015): a sequência única de espaços, variações na sequência única que permitem uma medida de escolha, a matriz de padrão de circulação e a circulação em planta livre. A sequência única de espaços, na qual se enquadraria a GP, está associada à necessidade de criar uma ordem na visualização de objetos, explicitada de modo sintético por Brawne (1982):

> Nossa experiência de uma exposição é [...] sempre algum tipo de mosaico construído em nossas mentes como o resultado de uma visão serial: é, portanto, impossível compreender um museu inteiro ou até as exposições em um único espaço em um olhar rápido. Isso é fundamental para o projeto de museus e espaços de galerias (BRAWNE, 1982 *apud* TZORTZI, 2015, p. 87, tradução nossa).

Esse autor também faz uma distinção importante – que devemos estabelecer como entendimento básico na condução de nossos estudos – entre geometria e topologia. Ao comparar o conceito topológico da sequência única com o conceito

geométrico da continuidade linear, defende que o primeiro não necessariamente implica no outro. Ilustrando essa lógica, visita a sequência de espaços interconectados do tipo corredor no Louisiana Museum of Modern Art (Vilhelm Wohlert e Jørgen Bo, 1958) e o arranjo de espaços como o do MG, em Nova Iorque, estabelecendo que, apesar de diferentes quanto à geometria, são similares quanto às relações espaciais, pois seus espaços são dispostos de modo a estruturar uma única sequência continua ou variações desta:

> O que importa nestas plantas não é tanto suas configurações geométricas como as relações entre espaços em termos de continuidade e linearidade; neste sentido, uma linha reta e uma espiral [...] são idênticas. É a relação em termos de topologia a qual afeta as rotas de circulação e, portanto, o funcionamento do museu (BRAWNE, 1982 *apud* TZORTZI, 2015, p. 87, tradução nossa).

Assim como para o estudo de Tzortzi (2015) sobre arquitetura e museologia, a distinção estabelecida por Brawne é importante para nossa aproximação ao espaço, uma vez que "são as relações entre espaços que geram o leiaute que afeta o funcionamento do museu mais do que suas propriedades geométricas" (TZORTZI, 2015. p. 87, tradução nossa). Dentre as demais noções de circulação, o conceito de variações na sequência única que permitem uma medida de escolha também é relevante para a configuração de GP. Segundo a autora, essas variações teriam primeiro se manifestado na Alte Pinakothek, que abordaremos mais adiante, e foram desenvolvidas no século XX por Henry Van de Velde, que, assim como o arquiteto do museu alemão, Leo von Klenze, defendia que cada galeria deveria ser dedicada a uma escola, com salas autônomas, as quais poderiam ser acessadas a partir de um espaço central, evitando que visitantes tivessem de passar por outros espaços públicos para acessar dada galeria, concepção esta que foi aplicada em seu projeto para o Kröller-Müller Museum (1935).

De volta à contextualização histórica da GP, Sutton (2000) estabelece que o ideal de progressão linear foi proposto por Henry Pitt Rivers, em 1888, em um museu de antropologia. Pitt Rivers, um oficial do exército britânico, etnólogo e arqueólogo, concebeu uma estrutura em rotunda para a British Association (que se volta a exposições antropológicas), materializando espacialmente a relação entre progresso e diferenciação na história humana. Segundo o próprio Pitt-Rivers: "Os círculos concêntricos de um edifício circular adaptam-se, por sua posição e dimensão, à exposição de variedades expansivas de um arranjo evolucionário" (PITT RIVERS,1891, p. 117 *apud* BENNETT, 1995, p. 182, tradução nossa), complementando que, com base nesse arranjo, "o estudante menos instruído não teria a chance de perguntar sobre a história de nenhum objeto que estivesse estudando: ele teria que apenas observar sua distância em relação ao centro do edifício, e rastrear a sua origem como formas, continuamente" (PITT RIVERS,1891, p. *apud* BENNETT, 1995, p. 183, tradução nossa).

Diante dessa lógica espacial, o círculo mais interno do sistema deveria conter artefatos do período Paleolítico e os demais, sucessivamente, abrigariam artefatos das eras Neolítica, do Bronze, do Ferro, dos períodos Medieval, Clássico e, finalmente, no círculo mais externo, o período Moderno. Segundo a autora, esta maneira de expor objetos, com sua

rotunda central, ainda que não tão comum quanto o modelo labiríntico da SP, tornou-se o modo essencialmente moderno para exposição de artefatos, e não apenas de obras de arte (SUTTON, 2000; BENNETT, 1995).

Os precedentes da galeria de arte progressiva incluem espaços em linhas retas (e/ou com túnel abobadado), como o Antiquarium (G. Strada, W. Egkl e F. Sustris, 1569-71), a galeria estatuária de Sabbioneta (V. Scamozzi, 1583-90) e a Grande Galerie do Louvre (1793). Já variações concêntricas remontam à sala de estátuas do Museo Pio-Clementino, construído em 1773, no Vaticano, e ao estudo de Pièrre-Adrien para o Musée des Beaux Arts (1810). Tzortzi (2015) cita que Brawner [1965] e Huber [1997] observam plantas de espaços expositivos seminais, como a Sabbioneta e os primeiros edifícios convertidos em museus, como a galeria do piso superior em Uffizi, identificando-os como espaços longos e estreitos, que, aproveitando-se do tipo configuração linear em enfilade – solução precedente ao modo progressivo de organização em museus –, eram tidos como ideais para ver objetos em sequência (ver Figuras 27 e 28).

As galerias do museu Pio-Clementino foram modeladas a partir de espaços expositivos tradicionais para escultura, possuindo dois elementos arquitetônicos-chave: a grande escadaria e a rotunda com domo, cujo tipo de uso inspirou uma série de museus na Europa. Contudo, enquanto o museu no Vaticano não pode ser considerado um modelo, já que continha apenas uma pequena sala com estatuária, o esquema concebido por Pièrre-Adrien, nunca realizado, era mais complexo, apresentando dezesseis galerias dispostas radialmente, que partiam de uma rotunda, o ponto central da progressão, de onde se estendiam quatro alas curtas, cada uma formada por uma série de pátios quadrados. Dois anos após essa iniciativa, Claude-Jacques Toussaint publicou, em 1812, o Traité de l'architecture, no qual propunha um projeto para um museu (não estritamente de arte), com esquema semelhante ao de Pièrre-Adrien (SUTTON, 2000; GIEBELHAUSEN, 2011).

Segundo Gebelhausen (2011), a moda de coleções tornarem-se abertas ao público continuava nos séculos XVIII e XIX, ao mesmo tempo em que o museu começava a figurar como um exercício para estudantes em academias de arte europeias, como nas premiações Salon des Arts e o Prix de Rome, promovidos pela Académie d'Architecture, em Paris. Este último, entre 1778 e o início do século XIX, teve como tema o museu, gerando submissões que continham alguns espaços progressivos, como a proposta vencedora de Louis-François Trouard (1753) e sua rotunda central flanqueada por galerias longilíneas abobadadas. A chamada para o Salon des Arts de 1778-79 convocava um museu de arte e de história natural, além de uma sala de impressão, um gabinete de medalhas e uma biblioteca. Dois estudantes, Guy de Gisors e Jacques-François Delannoy, apresentaram propostas de uma planta quadrada configurando quatro pátios margeados por alas que formavam uma cruz grega, cujas galerias e salas possuíam, em sua maioria, túneis abobadados e seus cruzamentos eram marcados por aberturas altas, como as do Panteão romano (PEVSNER, 1976) (ver Figuras 29 a 32).

Os projetos para museus de Étienne-Louis Boullée (1783) e Jean-Nicolas-Louis Durand (Précis des leçons, École Polytechnique, 1802-09) também são exemplos relevantes contendo espaços progressivos, que combinam arranjos em cruz grega sobre uma planta quadrada. No caso de Boullée, a rotunda estava posicionada no centro da cruz e da planta quadrangular, de onde partiam amplos pórticos semicirculares. Assim, mesmo o arquiteto não se referindo à disposição de objetos – deveria ser um templo com estátua de grandes homens, uma espécie de monumento nacional – pela ênfase dada ao elemento circular, este pode ser considerado como ponto focal, provavelmente o início da progressão (ver Figura 33).

O museu concebido por J.-N.-L. Durand, assim como o projetado por Boullée, desenvolvia-se em planta quadrada sobre a qual era inserida uma cruz grega, com uma rotunda ao centro que abrigava uma sala de reuniões para um grande número de pessoas, da qual partiam quatro alas. Estas últimas, de linhas ortogonais e forma longilínea, serviam, cada uma, à pintura, escultura e arquitetura, enquanto a quarta, deveria ser usada como local para exposições em geral. Com usos individuais não especificados, os espaços variavam entre naves iluminadas por aberturas semicirculares altas e corredores laterais. Em oposto aos dois casos de galerias progressivas de acesso único que abordaremos no capítulo seguinte, Durand pensou que, já que abrigaria variados tipos de arte, diferente, por exemplo, de uma biblioteca, o museu deveria ter vários acessos (PEVSNER, 1976). Esta estratégia ofertava mais possibilidades de rotas aos visitantes, ainda que todas as entradas previstas desembocassem igualmente na rotunda central.

A Glypothek (1815-30) e a Alte Pinakothek (1823-36), em Munique, projetadas por Leo von Klenze, e o Altes Museum (K.F. Schinkel, 1823-30), em Berlim, adotaram o modo de organização cronológica de exposições, também contendo espaços de natureza progressiva. Enquanto a Glyptothek possuía galerias de esculturas dispostas cronologicamente em um anel contínuo em torno de um pátio interno, o Altes Museum, traduzindo a planta de Durand, trazia uma generosa rotunda central ladeada por dois pátios, sendo fechada nas laterais por longas galerias (ver Figuras 34 a 38).

Já a Alte Pinakothek, onde pinturas eram ordenadas pela sequência cronológica das escolas, abrigava espaços de serviço e uma biblioteca no térreo e galerias no piso superior, com a planta em três faixas paralelas – duas para pinturas e uma como galeria de acesso – ao longo de uma sequência com 25 janelas. O sistema de circulação era avançado: de um lado, galerias principais abriam para uma série de galerias menores e, do outro, voltavam-se para um corredor de 128m de comprimento, o que criava muitos anéis e permitia ao visitante construir qualquer sequência de rota, portanto, um sistema não predominantemente progressivo em seu todo. Apesar do importante avanço na articulação da circulação na Pinakothek, um esquema adotado várias vezes depois – Neue Pinakothek (Agosto von Voit, 1846-52), em Munique, e Galeria de Dresden (G. Semper, 1847-55) –, suas galerias, grandes e interconectadas, permaneciam como convencionais salas de período (GEBELHAUSEN, 2011; MARKUS, 1993).

Figura 27: Antiquarium (G. Strada, W. Egkl e F. Sustris,1569-71).



Fonte: (PEVSNER, 1976, p. 111)

Figura 28: Sabbioneta (V. Scamozzi,1583-90).



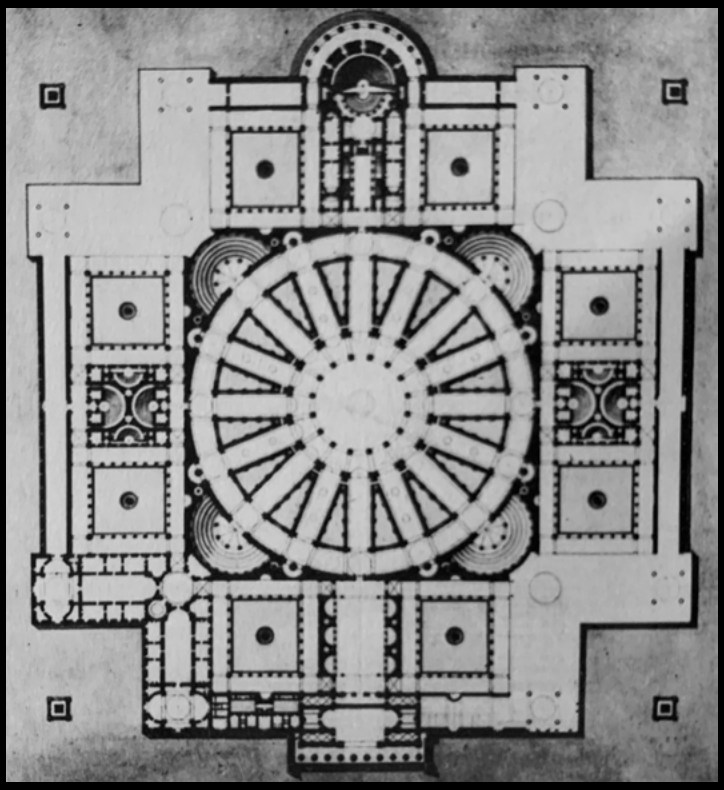
Fonte: (PEVSNER, 1976, p. 112)

Figura 29: Museo Pio-Clementino (M.Simonetti e G. Camporesi,1773-80).



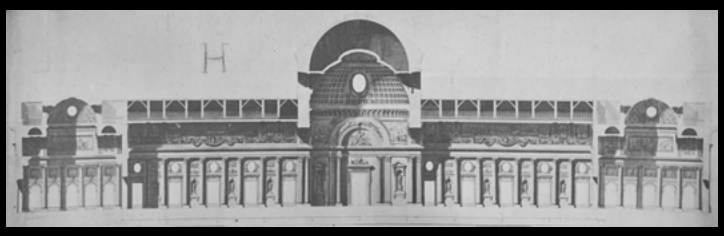
Fonte: (PEVSNER, 1976, p. 116)

Figura 30: Musée des Beaux Arts (Pièrre-Adrien, 1810).



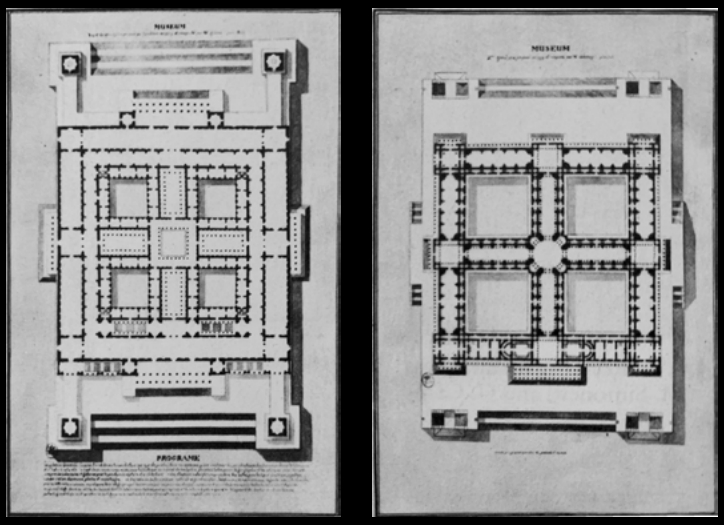
Fonte: (PEVSNER, 1976, p. 122)

Figura 31: Projeto de uma galeria (L.-F. Trouard, 1753).



Fonte: (PEVSNER, 1976, p. 118)

Figura 32: Projeto de um museu (Guy de Gisors (esq.) e J,-F. Delannoy (dir.), 1778-79).



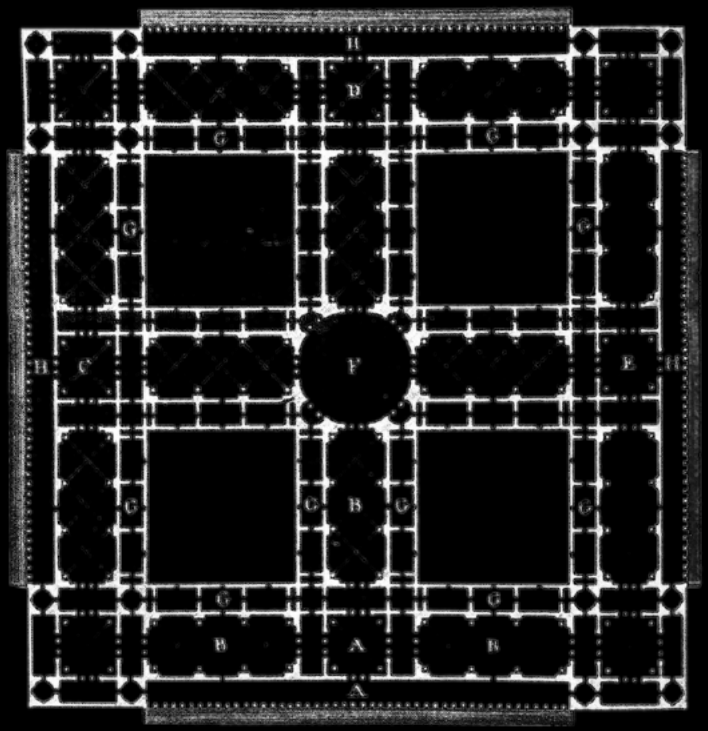
Fonte: (PEVSNER, 1976, p. 118)

Figura 33: Exhibition Gallery at the Louvre, tela de Samuel F.B. Morse.



Fonte: (O'DOHERTY, 1999, p. 17)

Figura 34: Projeto de museu apresentado nos Précis des leçons (J.-N.-L. Durand, 1802-09).



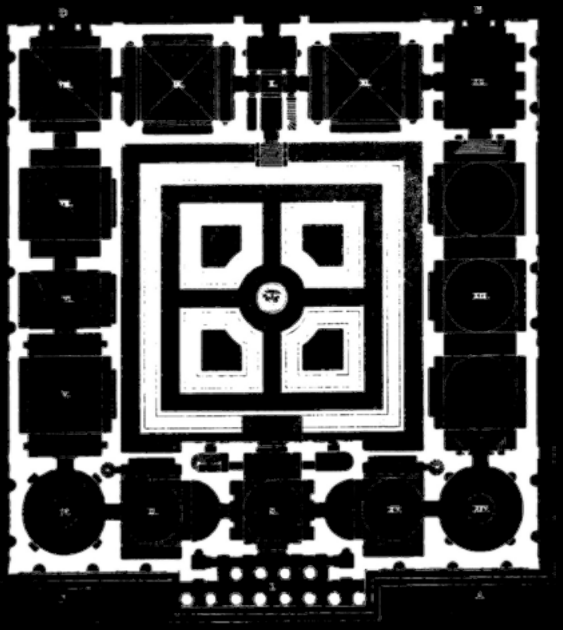
Fonte: (PEVSNER, 1976, p. 122)

Figura 35: Projeto para um monument (E.-L. Boullée,1783).



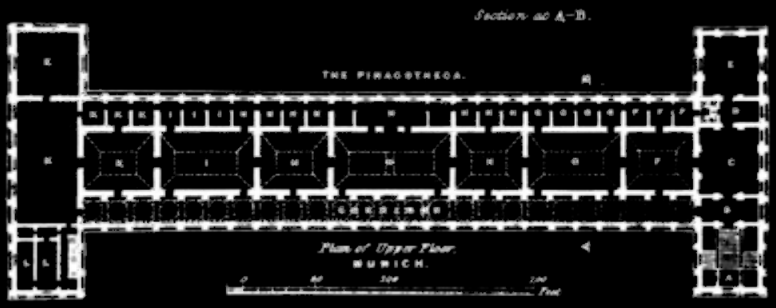
Fonte: (PEVSNER, 1976, p. 119)

Figura 36: Glypothek (Leo von Klenze, 1815-30)



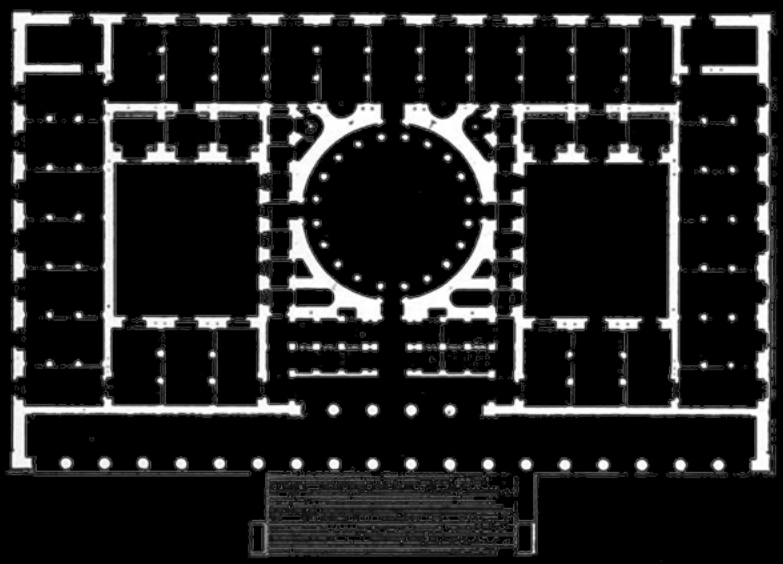
Disponível em: <http://www.flickr.com/photos/quadralectics/4340853944>.

Figura 37: Alte Pinakothek (Leo von Klenze, 1823-36).



Fonte: (Markus, 1993, p. 207 (recorte nosso))

Figura 38: Altes Museum (K.F. Schinkel, 1823-30).



Fonte: Newhouse, 2006, p.180

Nesse contexto de galerias progressivas seminais, uma descrição de uma ambiência em particular nos chamou atenção, estimulando a investigação acerca da morfologia desse tipo de espaço. O renomado crítico de arte irlandês, radicado na cidade de Nova Iorque, Brian O'Doherty, refere-se à Grande Galeria do Louvre, conforme representada em tela homônima de Samuel F.B. Morse (1832), como um espaço muito envolvente, no qual "podemos ver o público do século XIX passeando, olhando para cima, aproximando seus rostos de telas e se reunindo em grupos interrogativos a uma distância adequada, apontando com uma bengala, perambulando de novo, checando a exposição tela a tela" (O'DOHERTY, 1999, p. 16, tradução nossa). A espinha dorsal das explorações que seguirão nos capítulos posteriores deriva justamente de uma indagação então surgida: até que ponto uma configuração de espaço, aparentemente fácil de ser percorrido e que parece ofertar poucas opções de rotas, pode conciliar uma navegação acessível a experiências espaciais não entediantes e tão socialmente ativas como a sugerida na referida obra de arte? (ver Figura 39 a 46)

Quanto aos museus públicos do século XIX, que, em geral, proliferaram mais intensamente na Alemanha, até a primeira metade do século XX não houve muita atenção pública à contratação de projetos de museus, com as iniciativas modernistas concentrando-se mais em edifícios para as pessoas do que para a arte (LAMPUGNANI, 2011). Reforçando o cenário, Pevsner (1976) afirma que "não surgiram novos princípios, exceto que o ideal do museu como monumento por si só foi substituído pelo ideal do museu como o lugar perfeito para mostrar, apreciar e estudar obras de arte (ou de história ou de ciência)" (PEVSNER, 1976, p. 136, tradução nossa).

O período modernista clássico (das três primeiras décadas do século XX) testemunhou a construção de poucos edifícios de museus, hiato que começou a ser superado com a criação do Museu de Arte Moderna (MoMA), em 1929, em Nova Iorque, inaugurando sua nova sede em 1939, em um edifício de arquitetura moderna, projetado por Philip L. Goodwin e Edward Durell Stone. Outras exceções do período – ainda com forte acento estético pré-moderno pela ornamentação e planta compartimentada – foram o museu comunitário Gemeentemuseum Den Haag (Hendrik Petrus Berlage, 1919-20, 1928-35) e o Rijksmuseum Kroller-Müller, em Otterlo (Henry van de Velde, 1934-53), ambos na Holanda. Iniciativas adicionais de estética claramente modernista foram o pavilhão para a Exposição Internacional, em Barcelona (Mies van de Rohe, 1929), de escala bem distinta daquela de um museu, e o projeto do Danteum (Pietro Lingeri e Giuseppe Terragni, 1938-40), um monumento/museu em homenagem ao poeta italiano, Dante Alighieri, na Via dei Fiori Imperiali, em Roma, que nunca chegou a ser construído (MONTANER, 1990; LAMPUGNANI, 2011).

Se, no século XIX, espaços expositivos em enfilade eram mais comuns, o edifício do MoMA marca o empilhamento vertical de galerias com planta livre, inaugurando a chamada estética do cubo branco em museus, composta por formas prismáticas simples, monocromáticas e desprovidas de adornos, com fachadas recortadas por panos de vidro contínuos, cujos espaços continham expositores flexíveis e neutros. Diferente dos ambientes normalmente ornamentados nos quais estavam os expositores no século passado, no MoMA, a atenção deveria voltar-se mais especificamente à obra de arte

em si, ou seja, à contemplação sem distração, o que reflete a própria história do museu de arte, cujo desenvolvimento "pode ser lido como uma maneira de direcionar a atenção cada vez mais para os objetos expostos, a fim de evocar uma experiência estética mais forte para quem vê" (TRÖNDLE, 2014, p. 6, tradução nossa). Esse aspecto é bastante relevante para o estudo empírico a ser apresentado no capítulo final deste documento, que visa justamente a análise da atenção/foco de visitantes em espaços de galerias progressivas hipotéticas.

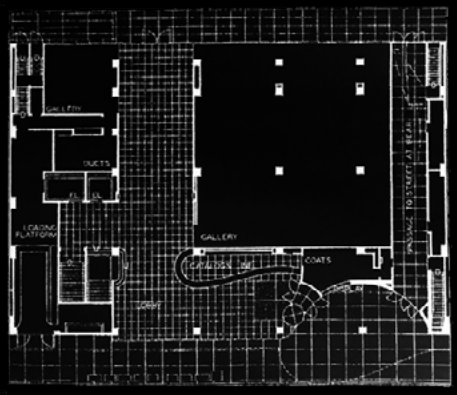
De volta aos marcos em museus do século XX, no MoMA, a ideia era a de que a atenção do visitante seria facilitada por paredes de fundo na cor branca, as quais, livres de pilares e sob forros sem adornos, pousavam em pisos unicolores, contendo expositores, muitas vezes, em sistemas de trilhos funcionais e que não obstruíam a visão. Portanto, pode-se dizer que, no edifício moderno de museu, os espaços articulados do século anterior são substituídos por galerias abertas, numa aproximação neutra que resultou eficiente para abrigar a arte moderna, o que, segundo Newhouse (2006), não foi tão o caso de outros gêneros artísticos menos autocontidos e autorreferenciais.

Le Corbusier e Mies van de Rohe também conceberam museus nesse período. Enquanto Rohe propôs o Museu para uma Pequena Cidade (1942), composto por plantas livres nas quais pinturas e esculturas deveriam ser usadas como se fossem paredes e colunas definindo um espaço com a sensação de se estar ao ar livre (COLOMINA, 2009), o arquiteto franco-suíço trabalhou um conceito de museu em espiral que teve origem no estudo para o complexo do Mundaneum (Genebra, 1929), sendo usado sequencialmente no Museu de Arte Contemporânea (Paris, 1931) e culminando na concepção para o Museu de Crescimento Ilimitado (MCI), em 1939.

No MCI, um dos dois casos de GP a serem abordados no capítulo seguinte, a progressão partia de um átrio central de dupla altura rumo a galerias espiralares, que, sobrepostas por uma cruz tipo cata-vento, poderiam crescer ilimitadamente à medida que as coleções aumentassem. Os eixos dessa cruz superposta à planta quadrada apontavam para o exterior, e, junto com as aberturas nas paredes das galerias e o átrio, tornavam a experiência de visitação mais interessante ao movimento e à visão.

O outro caso a ser apresentado no próximo capítulo remonta à metade do século XX: o Solomon R. Guggenheim (MG), projetado por F. L. Wright (1943-59). Segundo Sutton (2000, p. 18), este teria sido o primeiro exemplo de uma GP plenamente aplicada a um museu de arte. Diferente do MoMA e do Museu para uma Pequena Cidade, e semelhante ao MCI, as galerias concebidas por Wright possuíam uma configuração em espiral, que, ocupando o volume principal em forma de zigurate invertido, evoluíam como planos rampados contínuos em seis níveis ao redor de um átrio central circular, o qual, partindo do térreo, seguia até o topo do edifício, sendo coroado por uma doma em estrutura de ferro e vidro. A configuração oferecia um contexto singular para visualização da arte onde os visitantes poderiam circular e observar obras no plano inclinado contínuo da rampa, ao mesmo tempo que tinham uma ampla visão das galerias (voltadas para o átrio de baixo peitoril) e das outras pessoas ali presentes. Portanto, assim como no MCI, mas através

Figura 39: Piso térreo, MoMA (Goodwin and Stone, 1929)



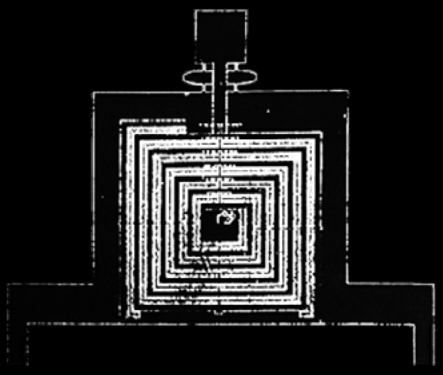
Fonte: Newhouse, 2006, p. 150

Figura 40: Galerias, MoMA, 1939



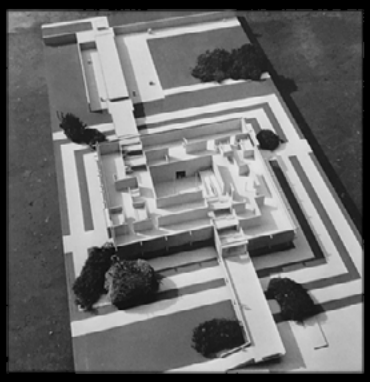
Fonte: Newhouse, 2006, p.150

Figura 41: Museu projeto Mundaneum (Corbusier, 1929)



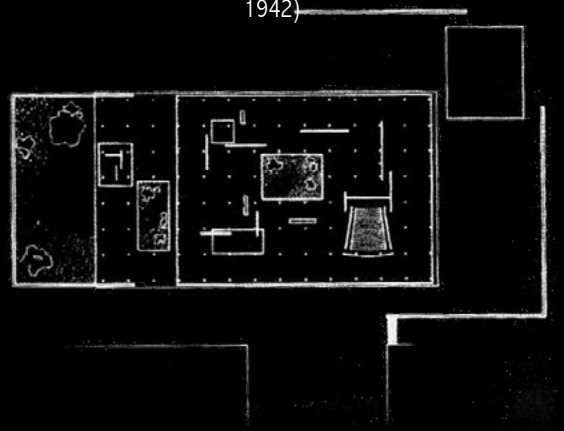
Fonte: Levine, 1996, p. 350

Figura 42: Museu do crescimento ilimitado (Corbusier, 1939)



Fonte: Levine, 2006, p. 75

Figura 43: Museu para uma pequena cidade, Mies van der Rohe, 1942)



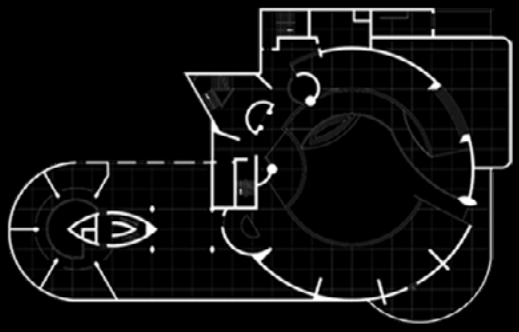
Fonte: Newhouse, 2006, p. 48

Figura 44: Museu para uma pequena cidade, montagem do interior (Mies van der Rohe, 1942)



Fonte: Newhouse, 2006, p.48

Figura 45: Galerias Museu Guggenheim (F.L. Wright, 1943-59)



Fonte: Weston, 2011, p. 89

Figura 46: Rotunda Museu Guggenheim (F.L. Wright 1943-59)



Fonte: Kirkham e Perkins, 2006, p. 113

de recursos projetuais distintos, o MG conformava um espaço muito favorável à copresença, mesmo que as opções de rotas fossem restritas, já que, conforme a ideia de Wright, visitantes deveriam subir pelo elevador e descer pela rampa.

Na seção seguinte, buscaremos um maior entendimento acerca da morfologia do tipo GP no intuito de definir características para conformar uma matriz espacial, que será estabelecida a partir da descrição espacial de leiautes hipotéticos básicos. Mais adiante, buscar-se-á associar essa matriz a alguns dos exemplares expostos na contextualização há pouco apresentada, para, em seguida, ampliarmos esta compreensão a partir da abordagem detalhada dos dois casos emblemáticos ora anunciados.

2.2 A Morfologia do Tipo Galeria Progressiva

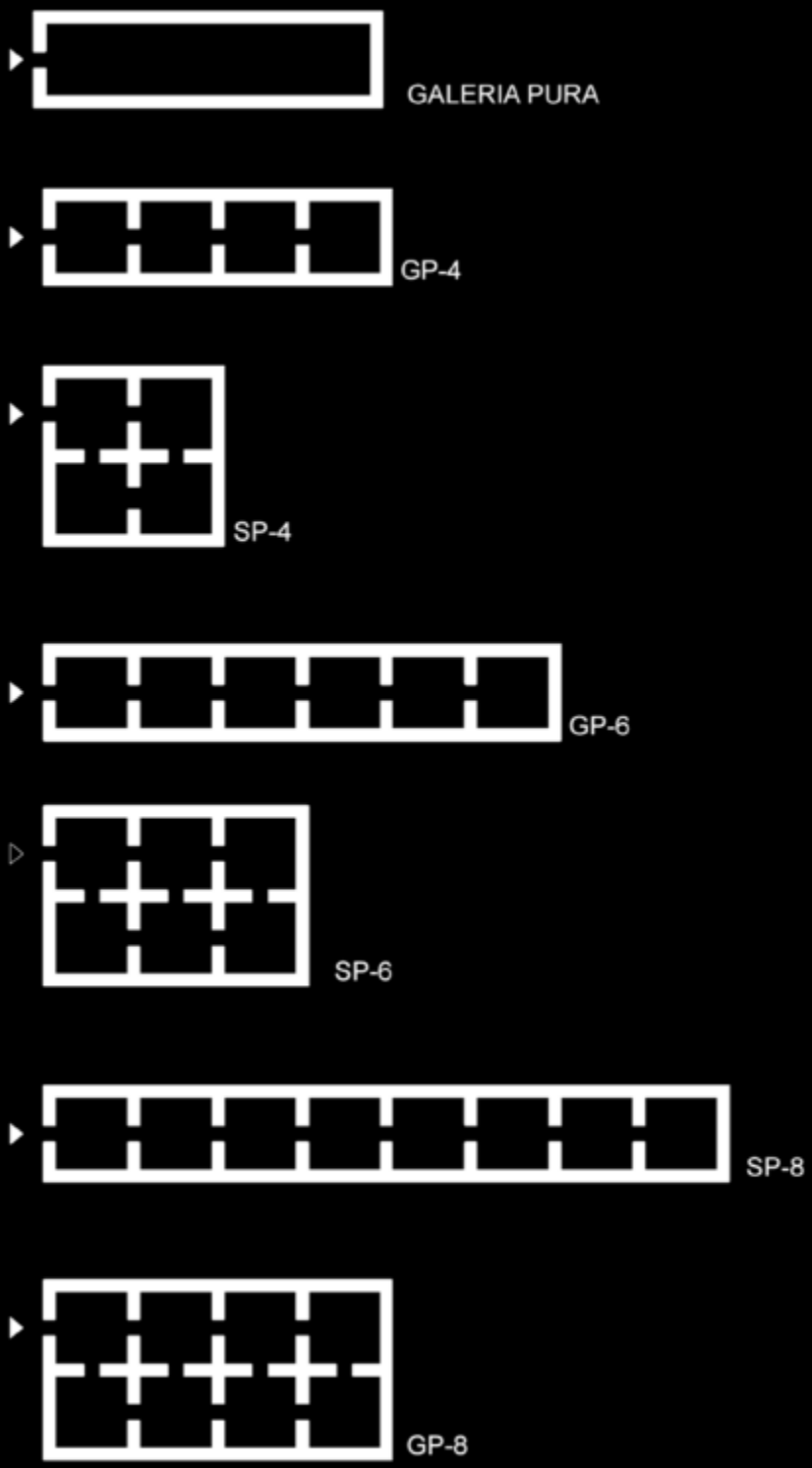
Em geral, entende-se que o estudo da história é importante para compreendermos a razão que levou à utilização de algo, não apenas para registrar o que antecedeu a algo (HOLANDA, 2013). Assim, o contexto histórico apresentado anteriormente, além de situar a galeria progressiva (GP) na tradição arquitetônica da produção de espaços de museus, lançou pistas para entendermos porque este tipo de espaço foi gerado, levando a desdobramentos no século XX.

Antes de retomar alguns dos exemplos históricos citados, busca-se um entendimento acerca das características morfológicas definidoras da configuração de uma matriz espacial de galeria progressiva. Para tanto, são propostos leiautes hipotéticos simplificados, que sintetizam o que consideramos como condição pura e arranjos básicos de uma GP, contrastando-os com arranjos do modo de articulação sala de período (SP), visando analisar a forma e espaço gerados através de ferramentas desenvolvidas no campo da sintaxe espacial, como mapas axiais, convexos, de visibilidade, além de mapas de portões e percursos de agentes autômatos (ver Figura 47).

Para representar esses leiautes, tem-se uma única ou uma série de galerias interconectadas. Na linguagem sintática, expressa em grafos, cada galeria constitui um espaço convexo (representado por nós ou círculos) e as permeabilidades entre espaços convexos (linhas ou arestas) são conexões permeáveis entre estes. A permeabilidade entre espaços é a condição fundamental na sintaxe para uma estrutura de leiaute funcionar, e as funções genéricas dos espaços, por sua vez, são movimento e ocupação.

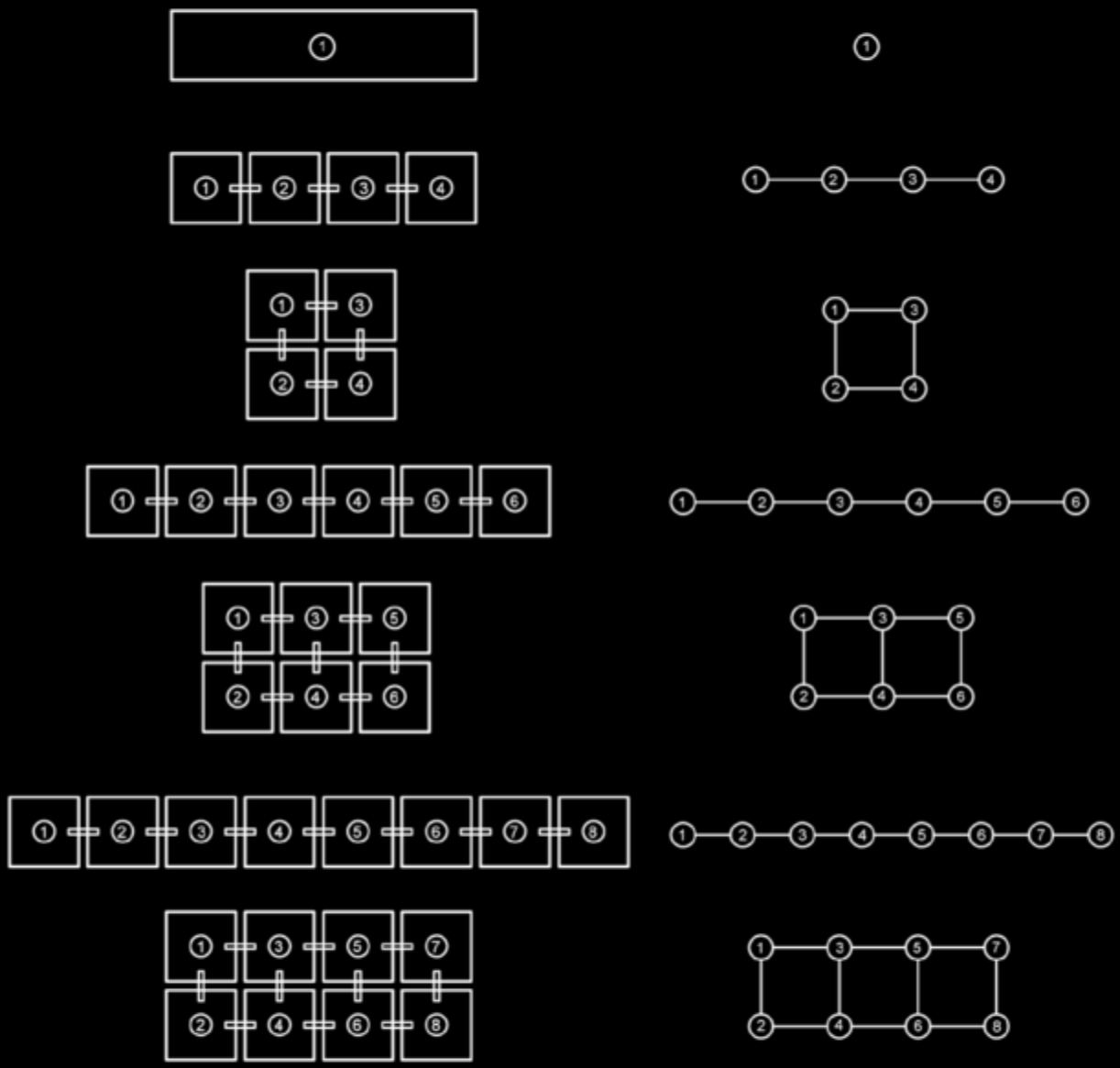
O primeiro arranjo elaborado é considerado puramente progressivo (como ocorre, por exemplo, na galeria Sabbioneta), caracterizando-se como uniconvexo e uniaxial. Os outros seis arranjos hipotéticos de GP e SP criados possuem, cada um, o mesmo número de espaços convexos (quatro, seis e oito) e as mesmas dimensões e forma quadrangular (ver Figura 48).

Figura 47: Plantas baixas de GP pura, GP e SP com 4,6 e 8 espaços convexos.



Fonte: o autor.

Figura 48: Grafos de permeabilidade e grafos justificados da GP e SP hipotéticas com 4, 6 e 8 espaços convexos.



Fonte: o autor

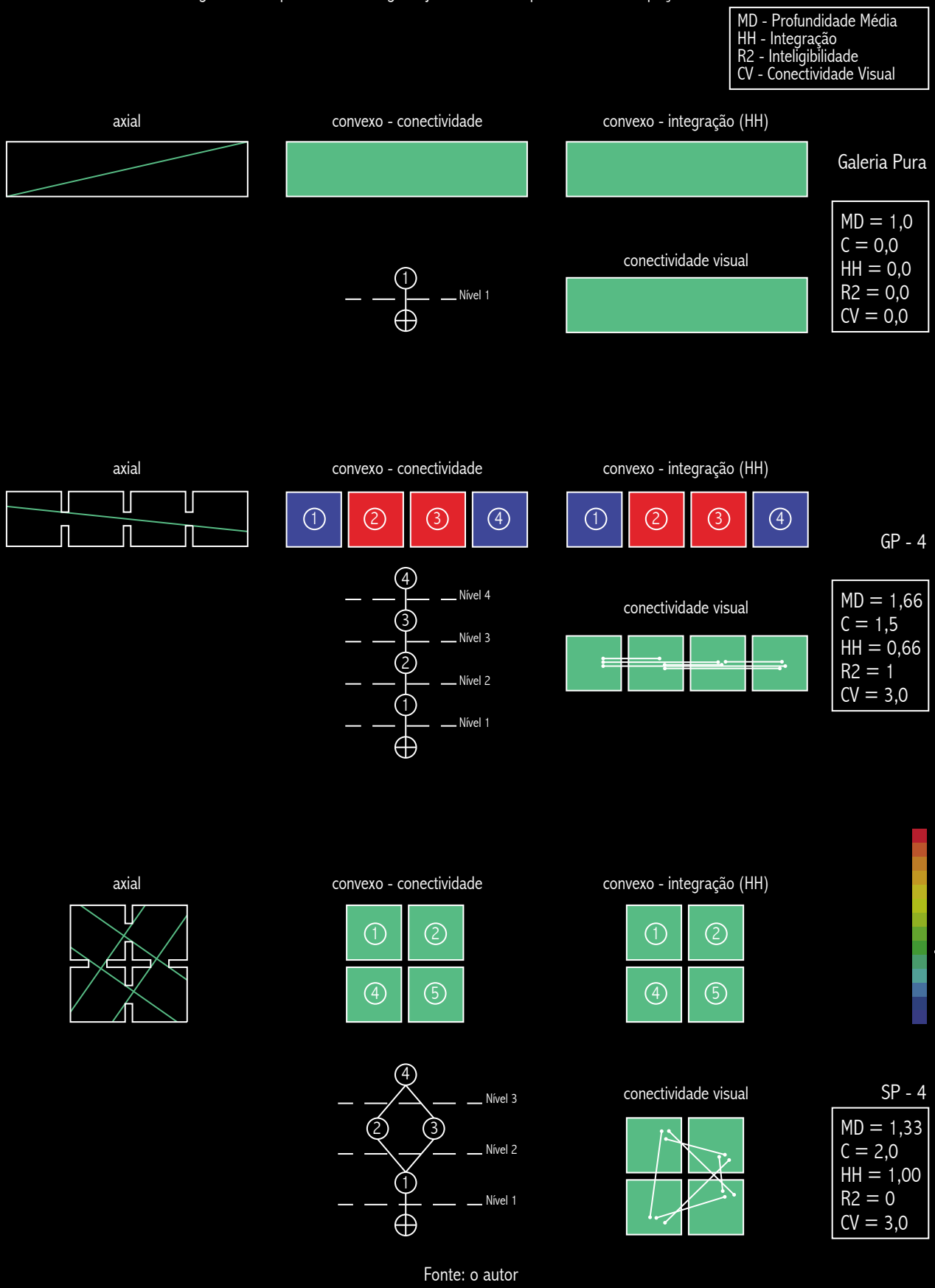
Como vimos na seção anterior, o modo SP é marcado por espaços interconectados, oferecendo várias opções de rota, as quais, geralmente, dependiam de recursos adicionais (textos e placas, por exemplo) para melhor direcionar os visitantes. Nos leiautes propostos, os espaços – dispostos em 2, 3 e 4 linhas e colunas – são conectados por passagens centrais – tendo como acesso o primeiro espaço situado no canto superior esquerdo da planta. Nos arranjos do tipo GP em linha reta (SUTTON, 2000), os espaços são dispostos em enfilade, conectados uns aos outros por uma passagem central, que induzem o visitante a os percorrer conforme "uma progressão aberta de uma linha reta" (PARR, 1959 *apud* BENNETT, 1995, p. 182, tradução nossa).

Os grafos justificados dos tipos SP e GP – que na aproximação sintática representam as relações espaciais entre espaços adjacentes (HILLIER; HANSON, 1984) – ilustram a clara diferenciação entre as duas estruturas espaciais. Enquanto nas estruturas tipo SP os anéis interconectados ofertam opções de rotas de movimento e reduzem a profundidade do sistema – ou seja, demandam um número reduzido de passos sintáticos necessários para se atravessá-las –, nas GP's, onde à medida que são acrescentados espaços linearmente, a profundidade média (MD) do sistema aumenta (de 1,66 a 3,0), como reflexo das estruturas profundas e muito controladas, não há outras opções de trajetórias, a não ser seguir a sequência linear dos espaços (ver Figuras 49 a 51).

Observando os mapas axiais e convexos desses leiautes, características básicas da matriz espacial da GP começam a emergir. Enquanto a galeria SP é multiaxial, as GP's pura e em linha reta são uni-axiais, ou seja, passíveis de serem percorridas por uma única linha axial que a atravessa de uma extremidade à outra, levando, em ambos os casos, a um percurso sequenciado, contínuo e ininterrupto. Quanto à partição do espaço, o estado mais puro apresenta-se unicon-vexo e a configuração em linha reta dispõe de uma partição convexa mais simples, definida praticamente pela geometria da galeria. À medida que são acrescentados espaços nas duas famílias de arranjos, o grau médio de conectividade (C) física aumenta, mas, quando observamos a média para os valores de integração (HH) nas GP's, a ordem é inversa, partindo de 0,66 no arranjo com 4 espaços para 0,60 e 0,54, respectivamente, nos leiautes com 6 e 8 espaços.

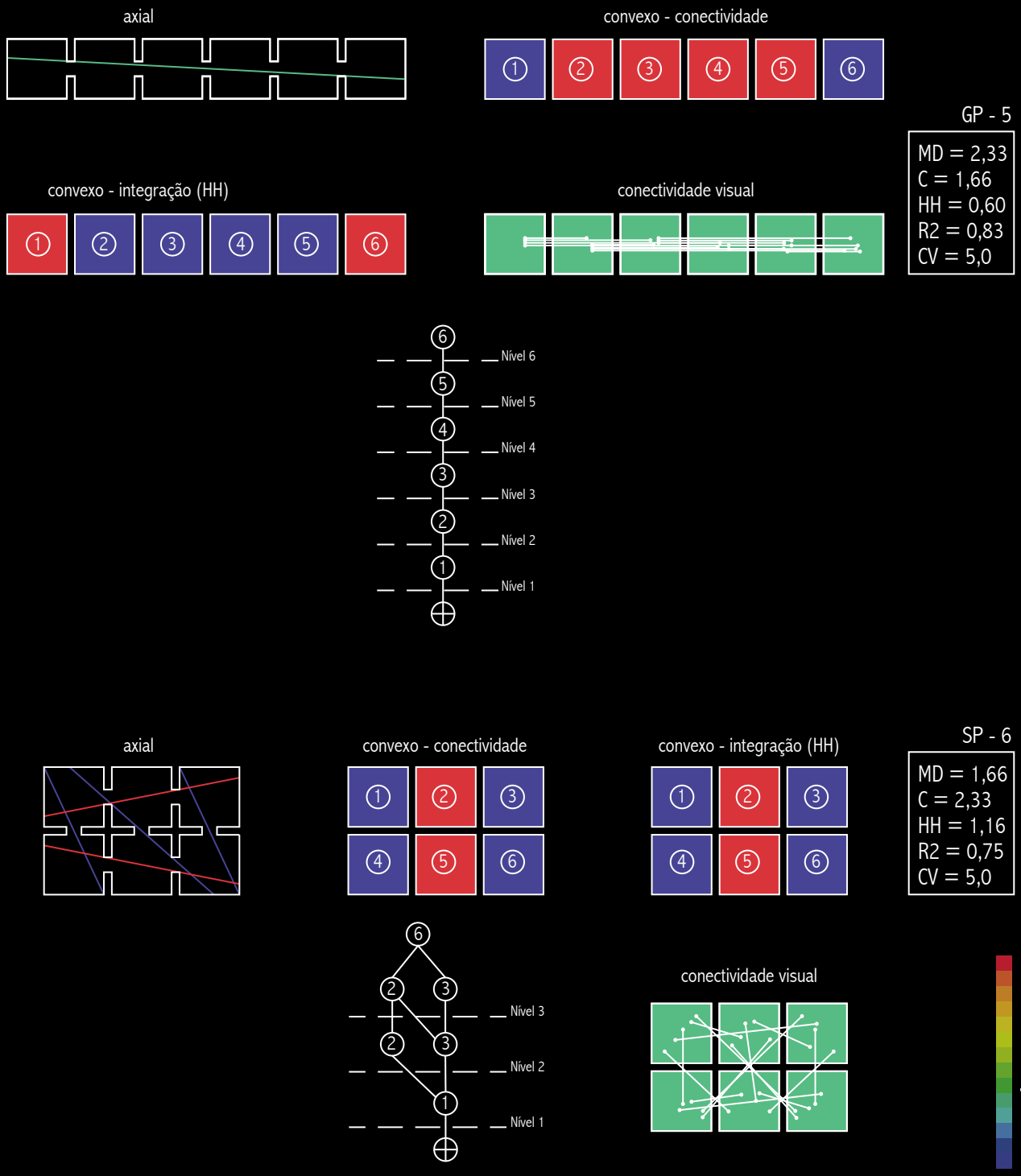
Quanto à visibilidade nos leiautes da GP, aumentando-se a MD pela adição de espaços, a conectividade visual por espaços convexos (CVC) aumenta. Essa é uma medida sintática que afere o número de espaços visíveis de um espaço, contado pela colocação do campo de isovista de cada espaço sobre o leiaute e se identificando os espaços sobrepostos pela isovista (TZORTZI, 2015, p. 117). Em arranjos de GP-4 onde o posicionamento das permeabilidades é alterado, a CVC só sofre modificação quando estas são desalinhadas, pois impedem que o visitante veja a sequência de todos os espaços da galeria – a visibilidade nas extremidades do leiaute diminui – levando a um decréscimo no grau de CVC de 3,0 para 2,5. Com base nessas simulações, percebe-se que, como princípio geral, pode-se dizer que, quanto maior o grau de CV do sistema, maior sua progressividade (ver Figura 52 e 53).

Figura 49: Mapas sintáticos e grafo justificado SP hipotética com 4 espaços convexos.



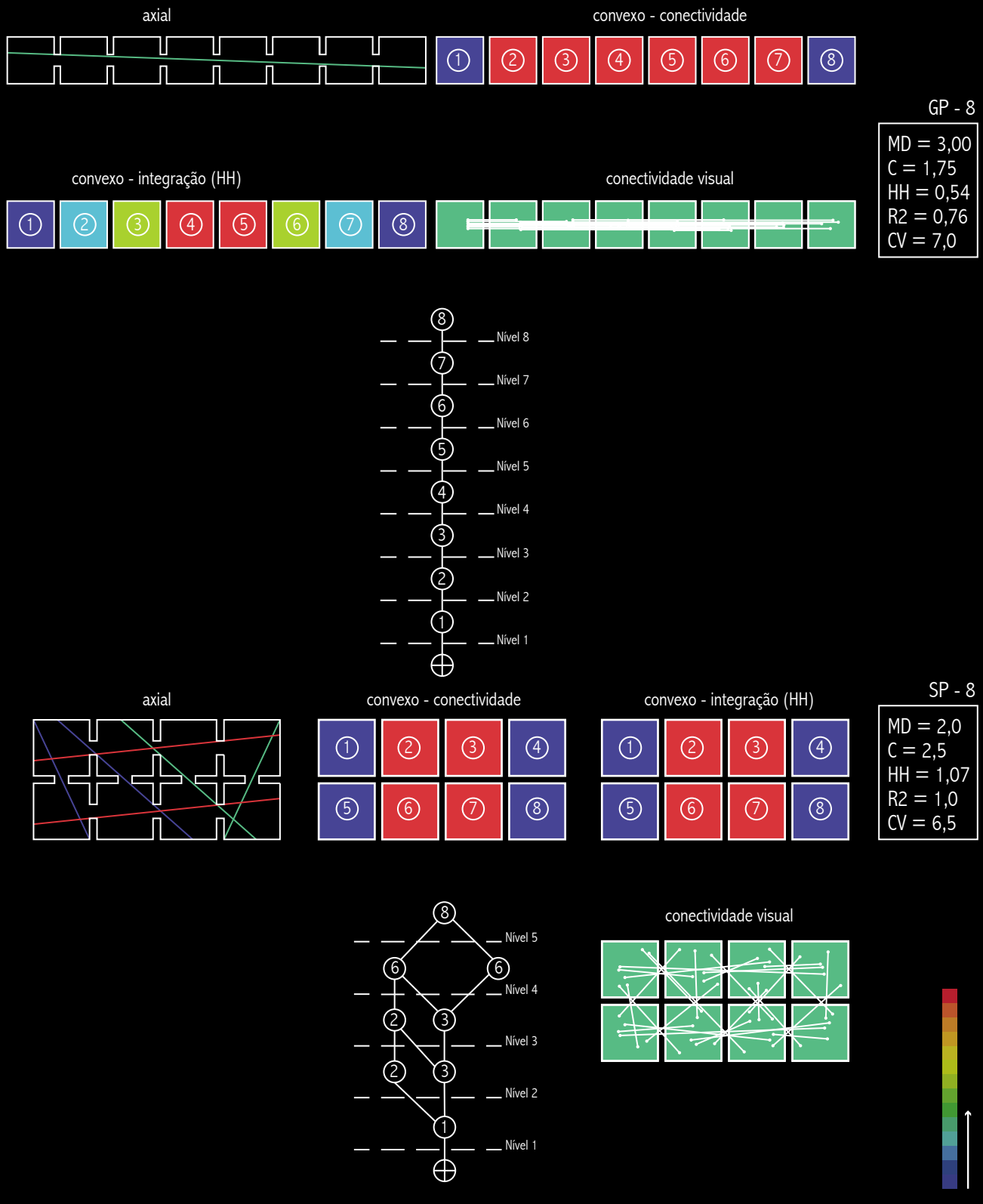
Fonte: o autor

Figura 50: Mapas axiais e convexos, e grafos justificados de leiautes de GP e SP com 6 espaços.



Fonte: o autor

Figura 51: Mapas convexos e axiais, e grafos justificados leiautes GP e SP com oito espaços.



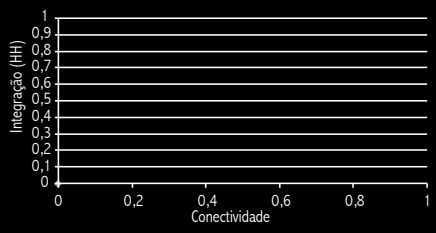
Fonte: o autor.

Tabela 01 - Medidas sintáticas de leiautes hipotéticos de GP e SP

Tipo	Arranjo	No. espaços convexos	Conectividade Relativa (RC)	Profundidade média (MD)	Grau de Conectividade	Integração (HH)	Inteligibilidade (R2)	Conectividade visual (CVC)
Galeria Progressiva (GP)	Pura	1	0	1	0	0	0	0
	GP-4	4	0	1,66	1,5	0,66	1	3
	GP-6	6	0	2,33	1,66	0,6	0,69	5
	GP-8	8	0	3	1,75	0,54	0,57	7
Sala de Período (SP)	SP-4	4	0,33	1,33	2	1	0	3
	SP-6	6	0,28	1,66	2,33	1,16	1	5
	SP-8	8	0,27	2	2,5	1,07	1	6,5

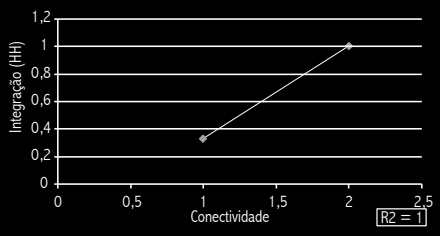
Fonte: o autor.

Gráfico 01 - Inteligibilidade (R2) leiaute galeria pura



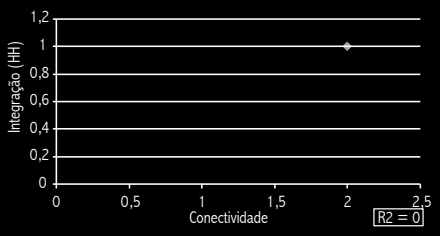
Fonte: o autor.

Gráfico 02 - Inteligibilidade (R2) leiaute GP-4



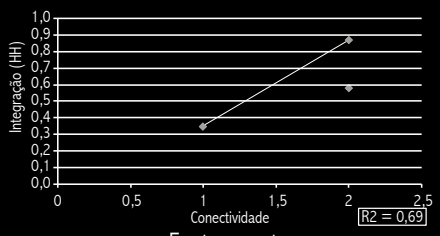
Fonte: o autor.

Gráfico 03 - Inteligibilidade (R2) leiaute SP-4



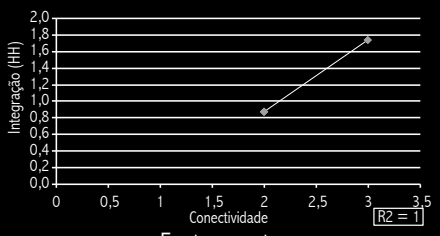
Fonte: o autor.

Gráfico 04 - Inteligibilidade (R2) leiaute GP-6



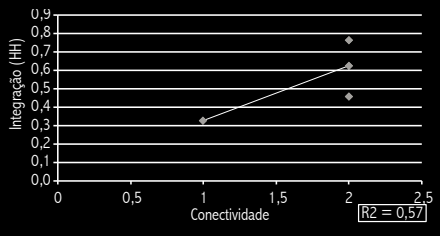
Fonte: o autor.

Gráfico 05 - Inteligibilidade (R2) leiaute SP-6



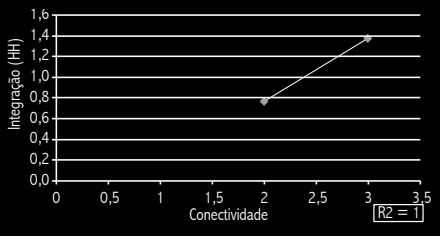
Fonte: o autor.

Gráfico 06 - Inteligibilidade (R2) leiaute GP-8



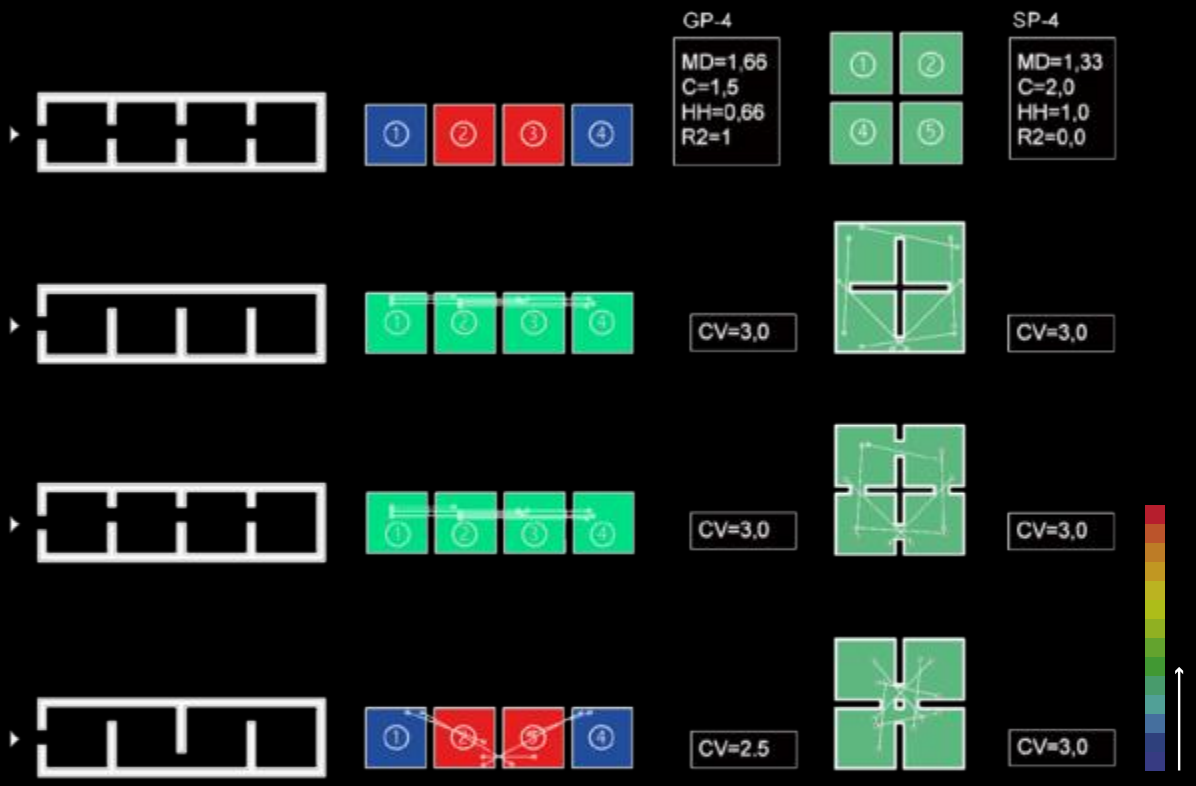
Fonte: o autor.

Gráfico 07 - Inteligibilidade (R2) leiaute SP-8



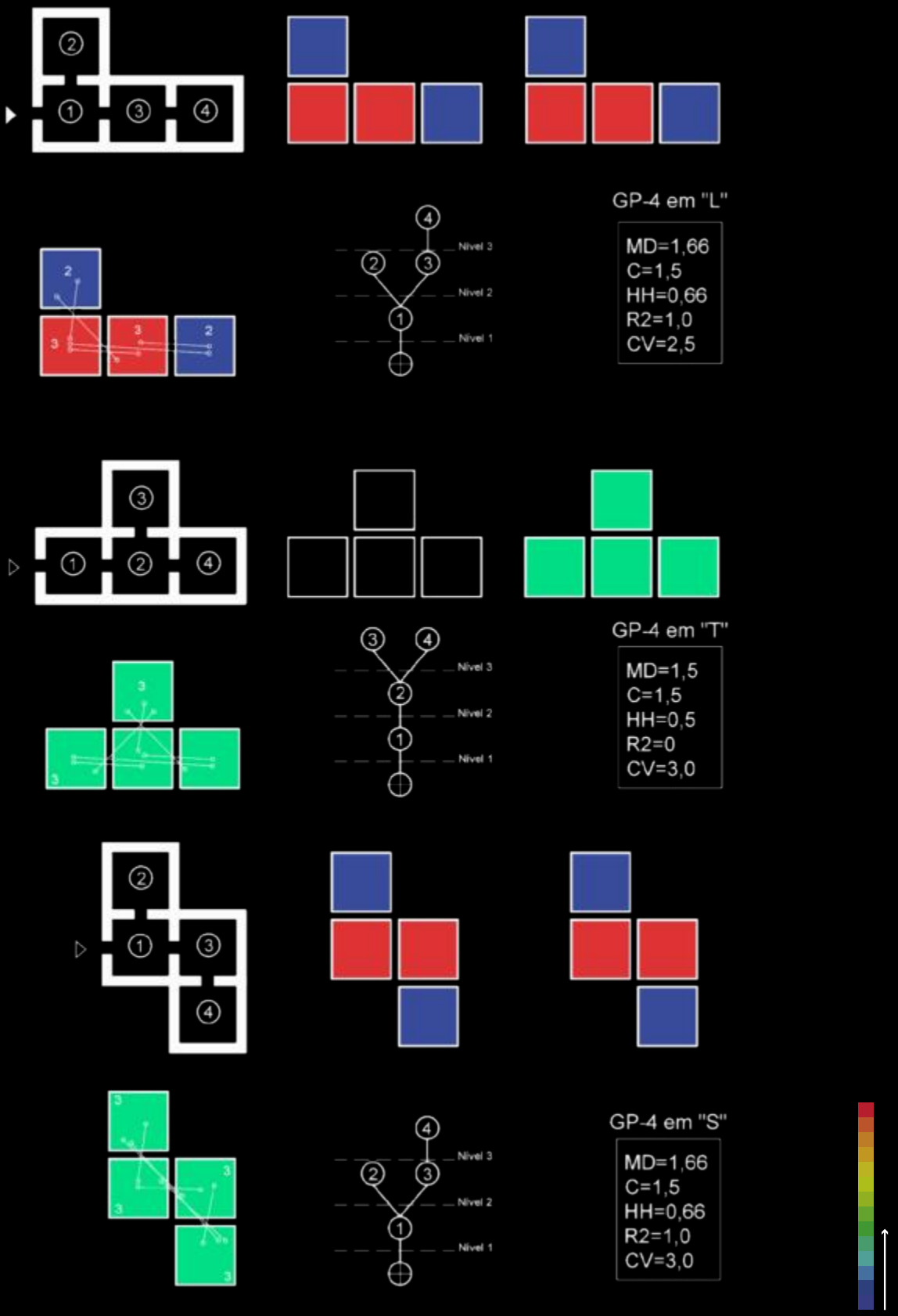
Fonte: o autor.

Figura 52: Leiautes GP-4 e SP-4, e alternativas com alteração no posicionamento de permeabilidades.



Fonte: o autor.

Figura 53: Análise sintática de leiautes hipotéticos de GP com 4 espaços convexos.



Fonte: o autor

Segundo Conroy (2001), a correlação entre as medidas de grau de conectividade por permeabilidade física (C) e integração (HH) representa a inteligibilidade (R2) de um sistema e pode ajudar a identificar o quão facilmente um indivíduo, em uma dada posição, consegue compreender sua estrutura global. As GPs hipotéticas, no geral, obtiveram maiores valores de HH do que as SPs, resultando mais inteligíveis sintaticamente. Analisando os gráficos de dispersão desses leiautes, percebe-se que a relação entre as duas variáveis (C e R2) é linear – a disposição dos pontos parece muito com uma linha reta –, o que implica que uma variável aumenta aproximadamente na mesma taxa que a outra. Como as inclinações das linhas são semelhantes e estão em um ângulo próximo a 45 graus, isso também indica que a relação em questão é forte. Quando há diminuição no valor de R2, como no leiaute da GP-8 (R2=0,57), há uma leve diminuição desse ângulo (ver Gráficos 01 a 07).

Os valores de R2 nos leiautes da GP-4 (R=1,0), GP-6 (R=0,69) e GP-8 (R=0,57) decrescem, indicando sistemas menos inteligíveis, à medida que a profundidade média (MD) e o grau de CVC aumentam. Então, pelo menos em leiautes de sequências únicas como as apresentadas, poderíamos dizer que há uma relação positiva entre o caráter progressivo e a inteligibilidade (R2), que se comporta inversamente em relação ao CVC e à MD. Diante dessas análises iniciais, se o grau de conectividade e integração (HH) apresentam valores mais altos nos leiautes tipo SP, o que se explica pela maior articulação entre os espaços, conforme visto nos grafos justificados, haveria, então, alguma vantagem da GP sobre a SP do ponto de vista da exploração do espaço pelos visitantes, particularmente quanto ao interesse destes no ambiente (e em obras de arte, caso ali expostas)? (ver Tabela 01).

Enquanto não endereçamos essas questões por meio de recursos com potencial para expandir os limites da análise sintática tradicional – o que será feito no quinto capítulo, quando introduziremos a imersão em realidade virtual e a aferição da medida de foco com auxílio de uma interface cérebro-computador –, que pode levar a pistas mais efetivas para responder esses questionamentos, observemos alguns aspectos relacionados a propriedades visuais dos leiautes, tipo de análise já sedimentada no campo da SE, levando em consideração a visibilidade (bidimensional) em sistemas espaciais, uma ferramenta especialmente importante para acessar questões de cognição espacial a partir de uma determinada posição no arranjo (AL-SAYED *et al.*, 2014).

Um grafo de visibilidade (VGA) representa a conexão de todos os pontos intervisíveis em um *grid* – a ser dimensionado proporcionalmente à escala humana –, no caso, 75cm x 75cm (TURNER; O'SULLIVAN; PENN, 2001). As áreas aqui ilustradas em tons mais quentes representam as posições das quais um visitante pode ver a maior parte do leiaute ou ser facilmente visto, portanto, aquelas que têm maior potencial de serem ocupadas e favorecer a copresença, enquanto nós fora dessas localidades (representados aqui nas cores verde a azul) teriam uma natureza mais ligada à atividade do movimento.

Uma maior intervisibilidade é evidente ao longo dos eixos centrais dos leiautes de GP, o que se fortalece quando mais espaços são acrescidos – na GP-4 os nós com mais informação visual disponível (tons quentes) são mais dispersos do que na GP-6 e mais ainda do que na GP-8 – contudo, os valores de integração visual (HH) diminuem nos leiautes mais longilíneos e mais profundos (HH=8,80 na GP-4, HH=7,93 na GP-6 e HH =7,27 na GP8). Nesses casos, com o aumento CVC e da MD do sistema (e de sua progressividade), há a diminuição da HH e uma experiência visual mais monótona, porque os campos visuais mais integradores tendem a ser mais contínuos ao longo do eixo central.

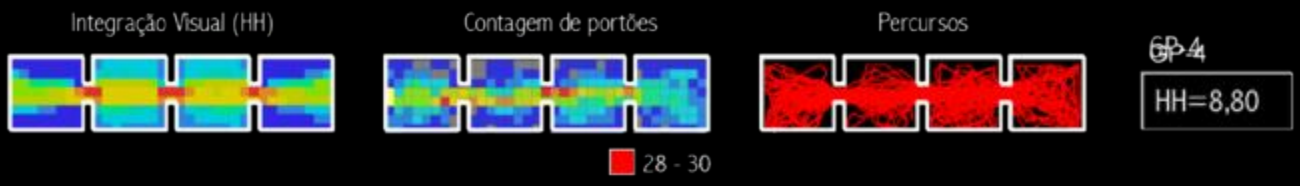
Ilustrando essa condição, quando observamos o contraste entre os campos visuais na GP-4, estes têm momentos claramente contrastantes (nas permeabilidades), o que contribui para uma experiência visual mais diversificada, se comparada à GP-6 e, mais ainda, à GP-8, quando esses momentos passam a se dispersar mais uniformemente no eixo central da galerias. Nos leiautes de SP, os campos visuais mais amplos espalham-se mais equitativamente pelos espaços, mesmo que nós com maior intervisibilidade concentrem-se no eixos das permeabilidades, o que aumenta à medida que o sistema cresce linearmente, como ocorre na SP-8 (ver Figuras 54 a 59).

Isovistas são representativas das áreas em um ambiente, diretamente visíveis de um ponto e, conforme introduzido por Benedikt (1979), seu conceito remete a um corpo físico conectado por um polígono fechado, que inclui propriedades geométricas, tais como área e perímetro. Hillier e Tzorzi (2011) retomam esta noção ao estudar como o design espacial influencia o movimento dos visitantes de um museu por seus espaços expositivos, estabelecendo que o espaço é estruturado em fragmentos, e estes são justamente campos visuais ou isovistas. Como um campo visual é uma unidade que pode ser supervisionada pelo observador à medida que este se move pelo espaço, a isovista pode mudar dependendo da localização do indivíduo.

Nos leiautes de GP e SP criados, as isovistas (a 90 graus) foram construídas a partir de nós mais integrados (cor vermelha) nos eixos de integração visual de cada sistema. Comparando os leiautes da GP e SP, à medida que as galerias são acessadas, nos exemplos progressivos é sempre possível vislumbrar todos os espaços adiante enquanto nas do tipo SP isso só acontece na SP-4. Essa condição, nos leiautes de GP, dá-se através de isovistas que, variando de maiores e mais gordas a menores e mais alongadas, no geral, são mais convexas do que as da SP-4, o que amplia a capacidade desses espaços reterem informação visual e, em certa medida, facilitarem a navegação.

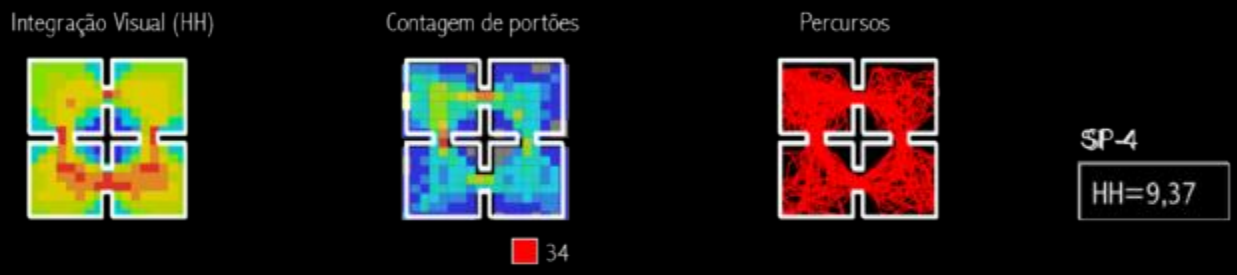
Se concordamos que, "À medida que o olho é atraído por eixos enfileirados, o corpo segue o curso destes mesmos eixos" (PSARRA, 2018, p. 204, tradução nossa), nos leiautes progressivos aqui analisados, as possibilidades de encontros interpessoais e copresença são ampliadas por seus eixos estruturadores, ambos aspectos desejáveis na conformação de museus enquanto transmissores de conhecimento e estimuladores de sociabilidade entre seus visitantes (ver Figuras 60 a 65).

Figura 54: Mapas VGA, portões e percursos GP com 4 espaços convexos.



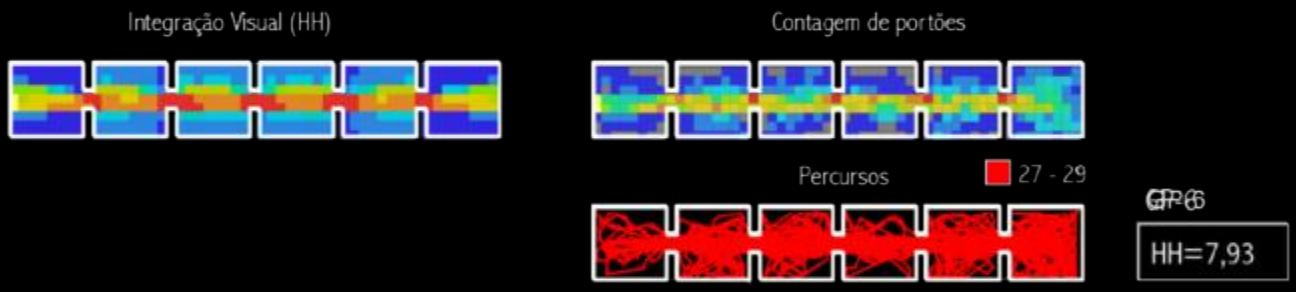
Fonte: o autor.

Figura 55: Mapas VGA, portões e percursos SP com 4 espaços convexos.



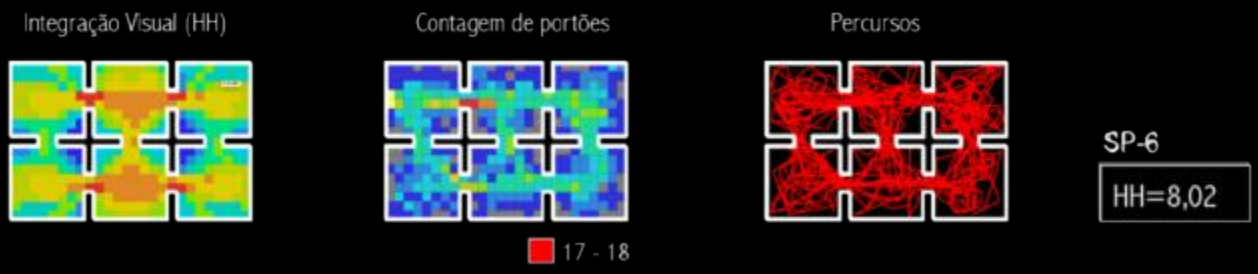
Fonte: o autor.

Figura 56: Mapas VGA, portões e percursos GP com 6 espaços convexos.



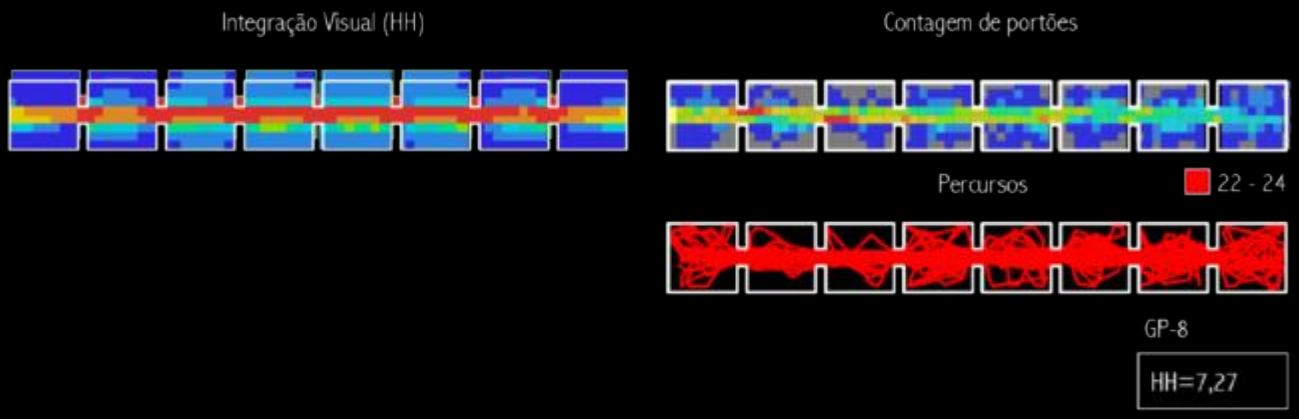
Fonte: o autor.

Figura 57: Mapas VGA, portões e percursos SP com 6 espaços convexos.



Fonte: o autor.

Figura 58: Mapas VGA, portões e percursos GP com 8 espaços convexos.



Fonte: o autor.

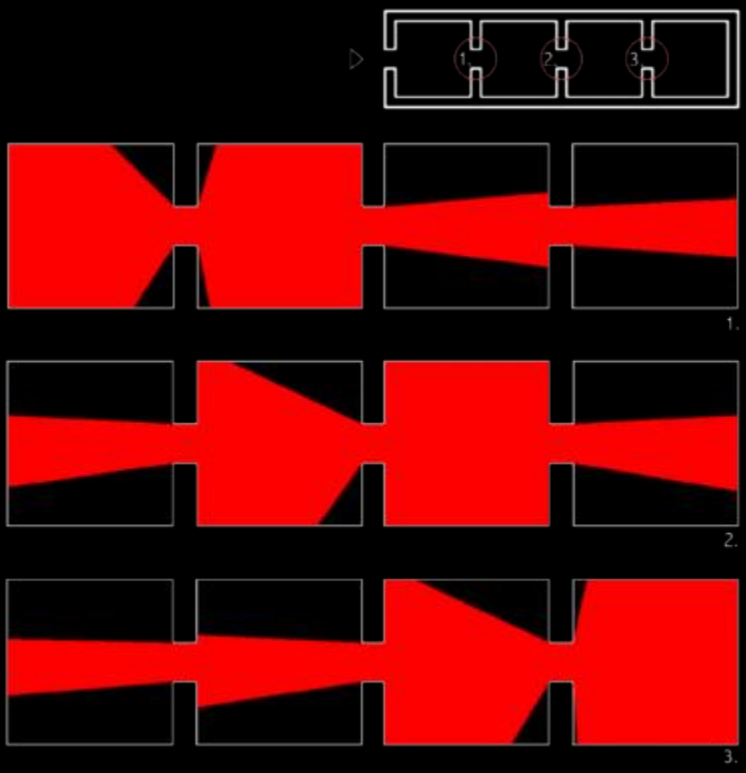
Figura 59: Mapas VGA, portões e percursos SP com 8 espaços convexos.



Fonte: o autor.

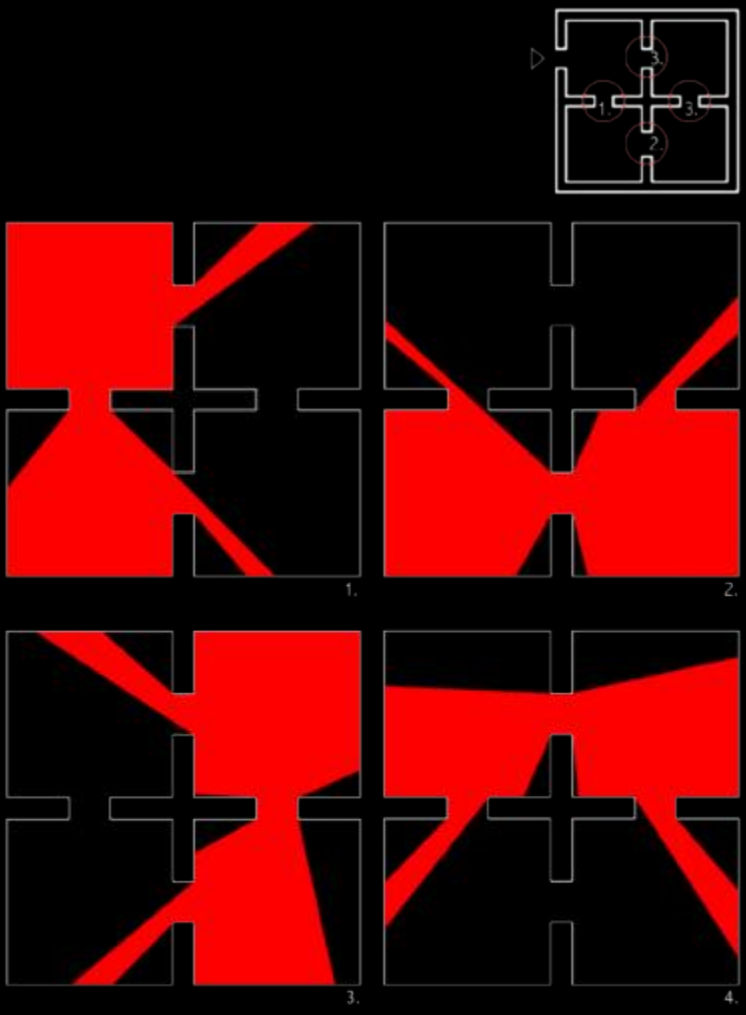


Figura 60: Isovistas nos nódulos mais integrados do leiaute GP-4.



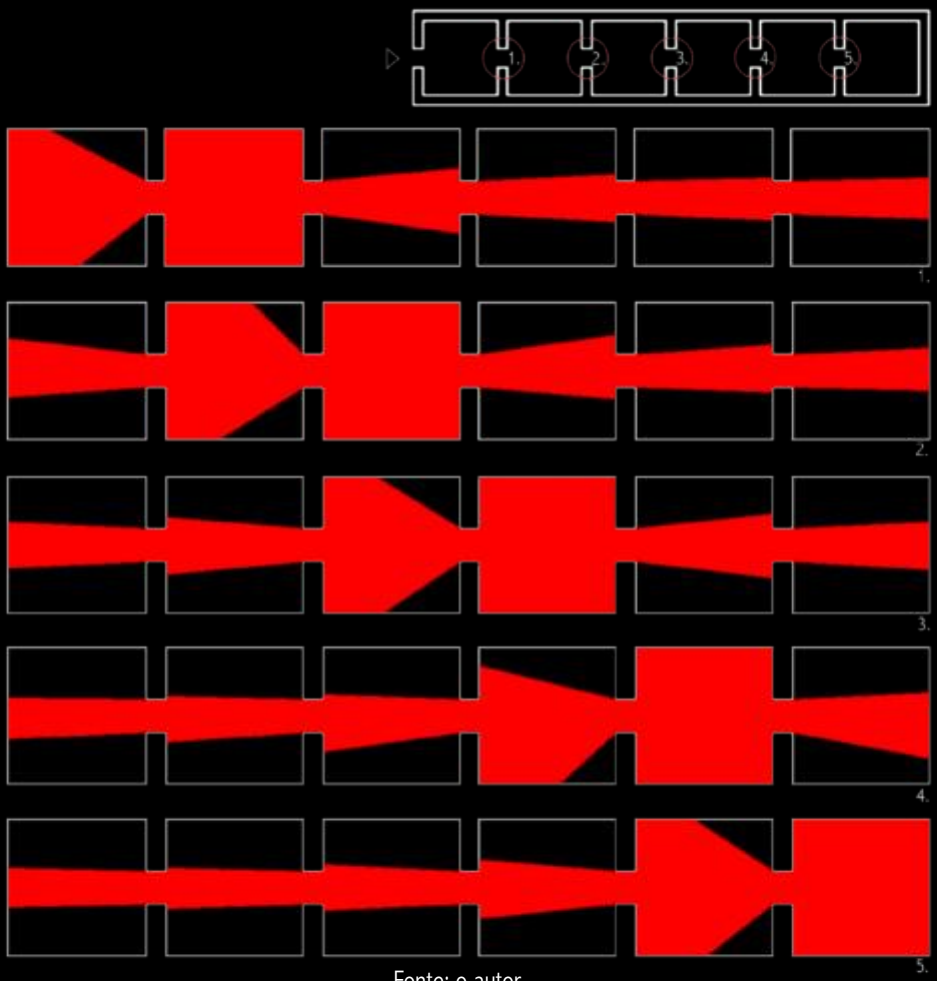
Fonte: o autor.

Figura 61: Isovistas nos nódulos mais integrados do leiaute SP-4.



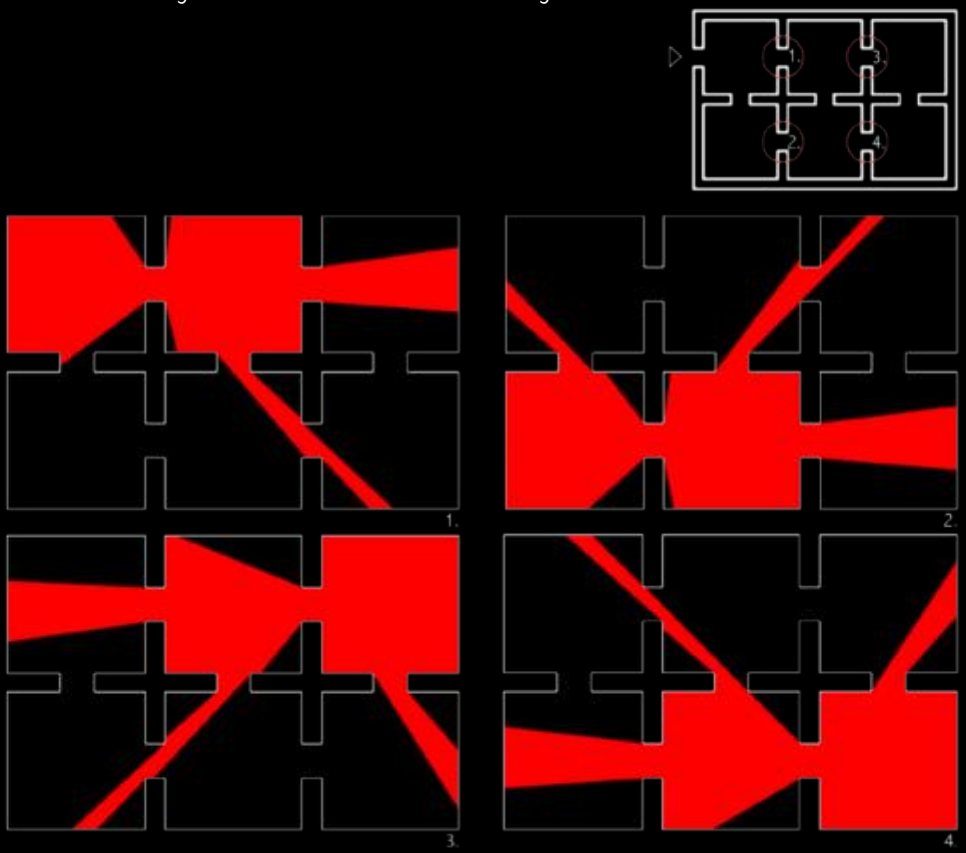
Fonte: o autor.

Figura 62: Isovistas nos nódulos mais integrados do leiaute GP-6.



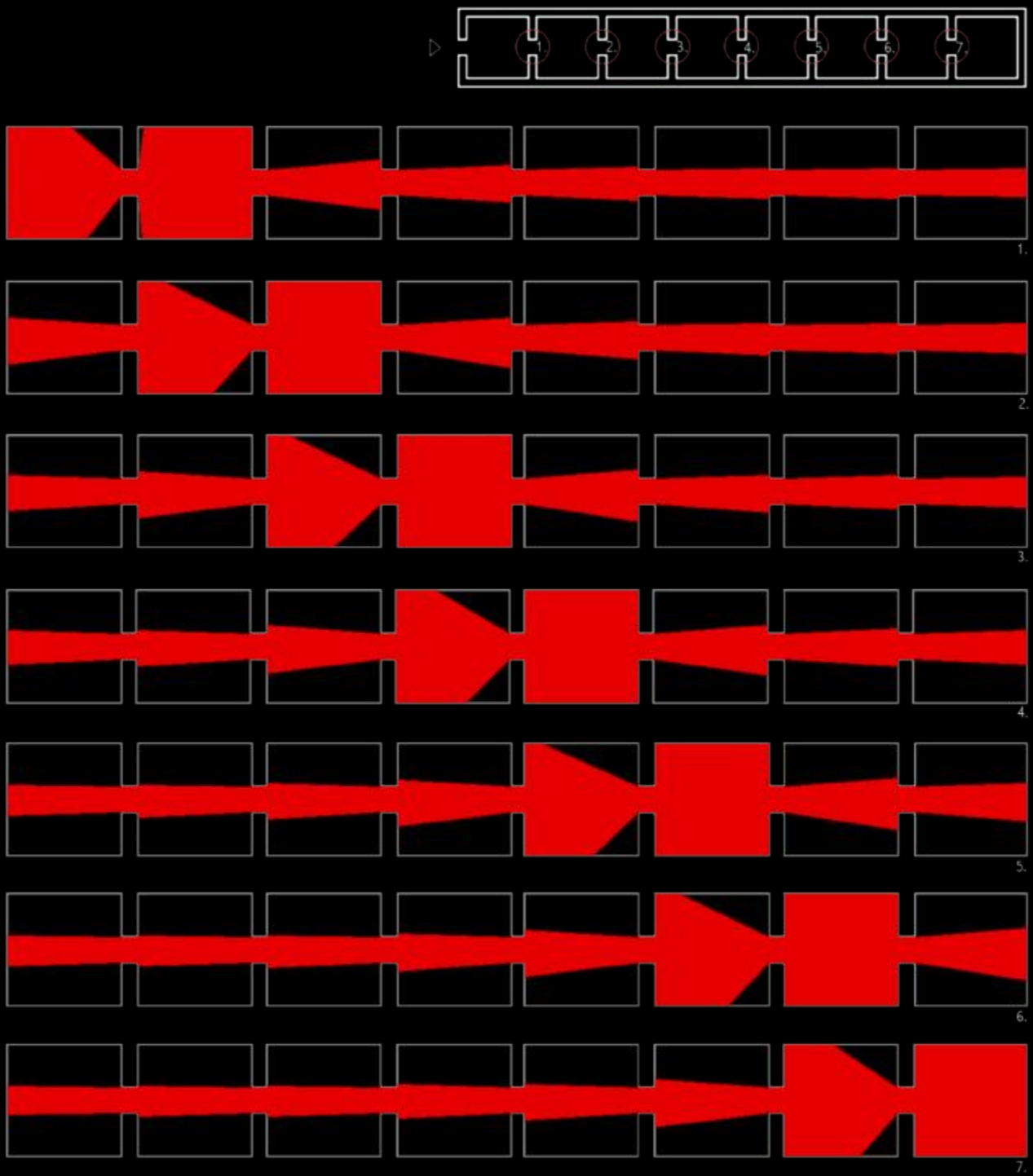
Fonte: o autor.

Figura 63: Isovistas nos nódulos mais integrados do leiaute SP-6.



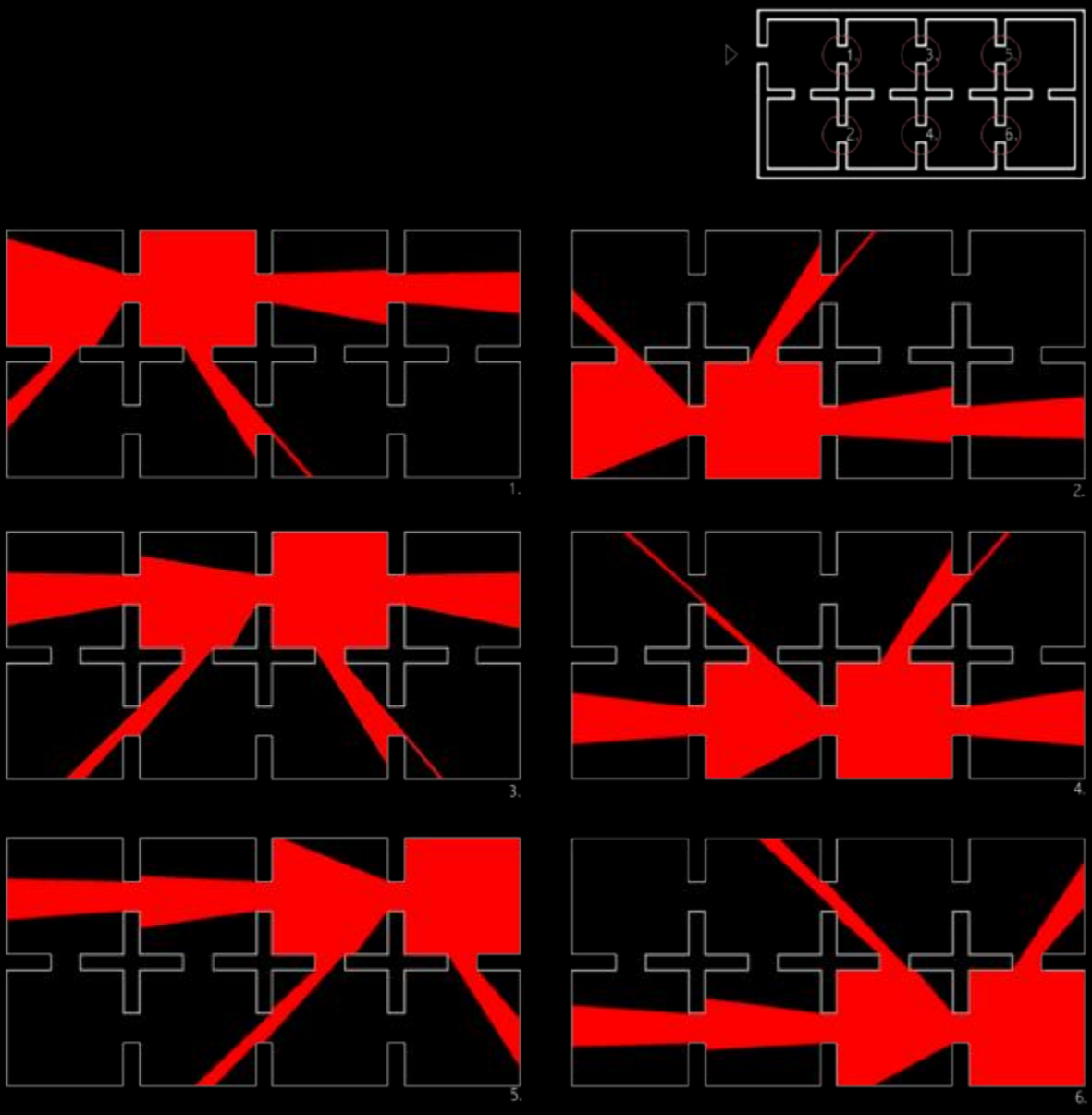
Fonte: o autor.

Figura 64: Isovistas nos nódulos mais integrados do leiaute GP-8.



Fonte: o autor.

Figura 65: Isovistas nos nódulos mais integrados do leiaute SP-8.



Fonte: o autor.

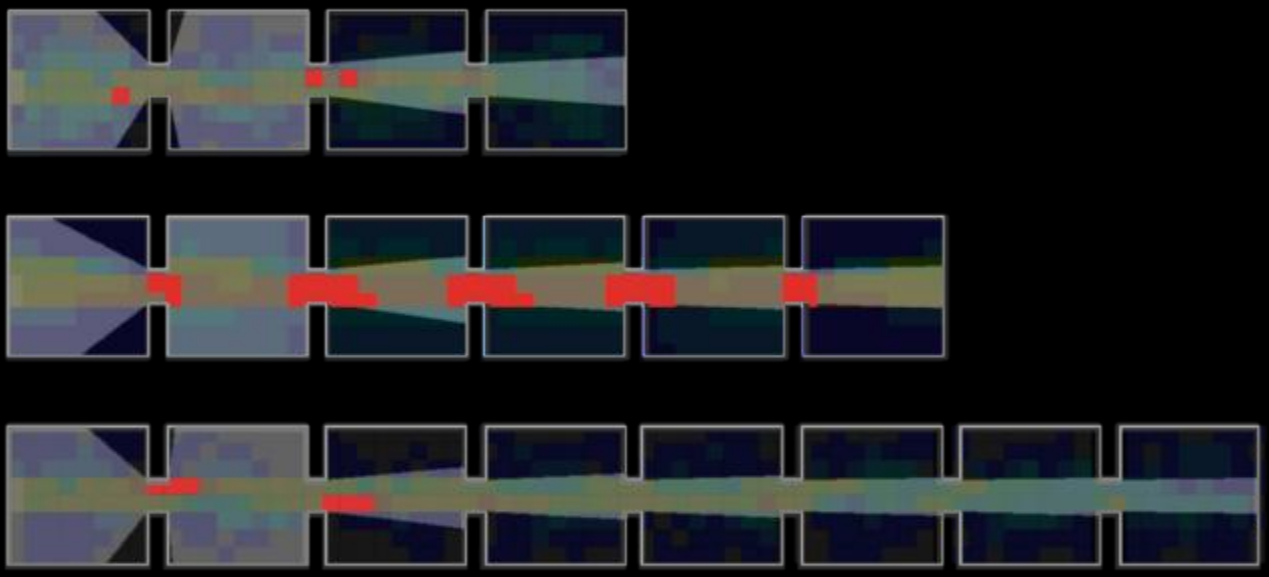
Incrementando as formas de representação da SE que avaliam, em sua essência, movimento e visão em sistemas espaciais de cidades e edifícios, no início do século XXI, foi introduzido por Alasdair Turner (TURNER; PENN, 2002; TURNER, 2003; 2007a; 2007b) um modelo cognitivo e técnicas de simulação baseados em agentes autômatos, que fazem parte de sua teoria do espaço corporificado, na qual procura explicar a interação visual natural entre o indivíduo e o ambiente. Esse modelo leva em consideração o comportamento adaptativo de indivíduos (ou agentes autômatos) no espaço, oferecendo uma alternativa de representação dinâmica se comparada às tradicionais representações estáticas já estabelecidas no campo.

Incorporada à plataforma computacional DepthmapX, a ferramenta permite que o usuário possa gerar diferentes padrões de comportamento agregado de agentes controlando os parâmetros de entrada, dentre os quais são especialmente importantes a dimensão do *grid* (que deve relacionar-se à medida do comprimento médio do passo de um humano adulto de 77cm); o ponto de partida do percurso; o número de agentes envolvidos; seu tempo total de percurso; e a cada quantos passos estes mudam de direção. Quanto ao tempo, o *software* emprega a unidade de medida de *timesteps* (comumente utilizada para simulação com agentes autômatos de uma forma geral, não apenas no campo da sintaxe). Os parâmetros introduzidos na simulação aqui realizada coincidem com aqueles utilizados na análise de variações hipotéticas a serem tratadas no capítulo 4, que, por sua vez, foram baseados nos experimentos em realidade virtual enfocados no capítulo 5, incluindo: *grid* de 75cm x 75cm; um único ponto de partida na extremidade esquerda do leiaute (indicado por um quadrado em amarelo claro nos mapas); e o número total de 20 agentes, 186 *timesteps* e 12 passos dados por cada agente antes que mudasse de direção.

Examinando o comportamento dos autômatos nos modelos hipotéticos das galerias quanto ao fluxo, com exceção da SP-4, foram detectados mais agentes circulando nos portões mais densos (nós vermelhos) dos leiautes progressivos (de 27 a 19 e 22 a 24, respectivamente na GP-6 e Gp-8) do que naqueles tipo SP (17 a 18 na SP-6 e na SP-8). Todos os portões mais densos nos leiautes de GP estão ao longo dos seus eixos centrais, que podem ser vislumbrados a partir do espaço de acesso em todas as configurações (ver Figuras 66 e 67). Na SP-4, exceção a esse padrão, foi detectado o maior número de agentes circulando por um portão (34), o que provavelmente explica-se por esse ser (depois da galeria pura) o sistema mais raso (MD=1,33) e com a maior integração visual (HH) dentre os leiautes analisados (HH=9,37).

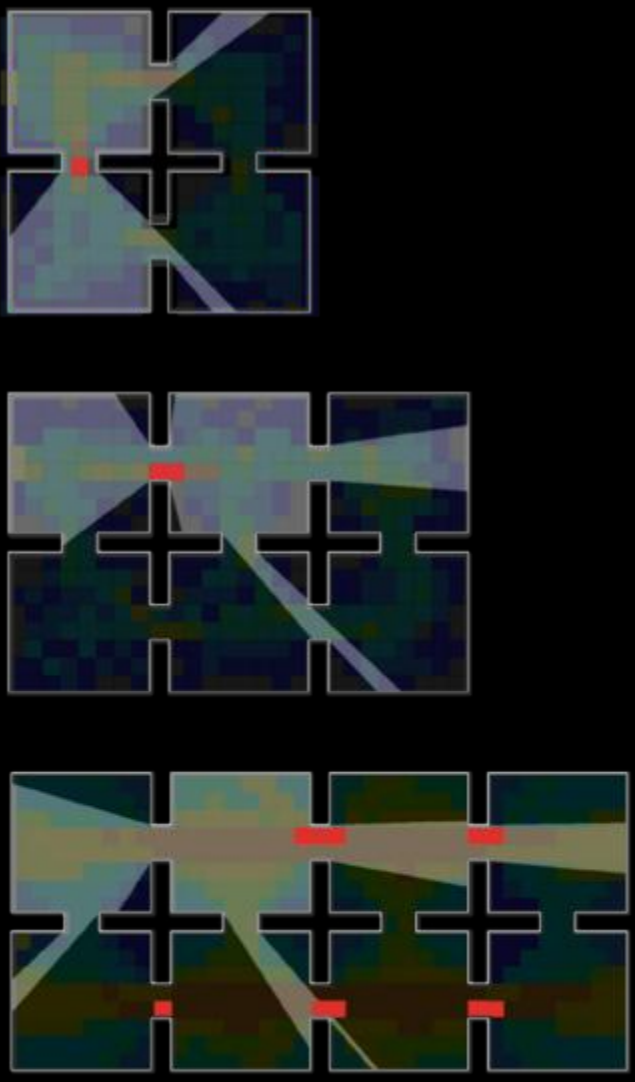
É importante notar que essa densidade ao longo de um eixo principal, que na SP-4 ocorre em um único nó situado numa posição rasa do sistema, diminuindo consideravelmente em outros trechos, é uma condição mais frequente nos leiautes tipo GP do que SP, o que reforça o observado sobre as isovistas nesses últimos ampliarem a capacidade de retenção de informação visual. Esses padrões refletem-se nos mapas de percursos, com aninhamentos mais densos nas configurações progressivas, sobretudo, ao longo do seu eixo central, tornando-se mais rarefeitos nos leiautes de SP.

Figura 66: Portões mais densos sobrepostos às isovistas no espaço de acesso, leiautes tipo GP.



Fonte: o autor.

Figura 67: Portões mais densos sobrepostos às isovistas no espaço de acesso, leiautes tipo SP.



Fonte: o autor.

Diante dessas ideias, é válido retomar algumas das conclusões sobre a forma de organização tipo SP apontadas pelo então professor de psicologia da Universidade de Yale, Arthur W. Melton, em seu pioneiro estudo Problemas de instalação em museus de arte, publicado pela The American Association of Museums, em 1935. Para investigar a efetividade na instalação e na rotulação de objetos em galerias expositivas de museus de arte, após observar o comportamento de centenas de visitantes no Pennsylvannia Museum of Art, o acadêmico defendeu que a única coisa que se podia ter certeza então era que "a configuração espacial da sala de período não é, por si só, forte o suficiente para superar os efeitos normais de distração" (MELTON, 1935, p. 261, tradução nossa). O teor de crítica é ainda mais enfático quando expõe que teóricos de museus deveriam aceitar que, para a maioria dos visitantes, exposições nesse formato serviam apenas como mais uma forma de amontoar uma galeria.

Essa crítica parece encontrar respaldo em estudos contemporâneos, mesmo que estes não se refiram de maneira tão explícita ao modo de organização SP e ao seu antagonista, a GP. Martin Tröndle, professor alemão em Arts Management and Art Research, que lidera o grupo de pesquisa multidisciplinar intitulado eMotion – mapping museum experience, desde 2009, vem investigando uma série de questões sobre a percepção da arte e examinando empiricamente várias teorias e premissas ainda não testadas em sociologia cultural e da psicologia da arte através do uso de tecnologia de ponta de mapeamento e análise do comportamento de visitantes no espaço do museu.

Em um alinhamento à SE e seu foco nas questões de movimento e visão de indivíduos em estruturas espaciais, Tröndle reforça a importância desse aspecto no ambiente de museu ao defender que neste, diferente, por exemplo, de uma sala de concertos ou um teatro, os visitantes devem mover-se para encontrar exposições e, assim, ter uma experiência estética, complementando que, enquanto na primeira "a fluência da música é estruturada no tempo, um museu é estruturado através de sua organização espacial" (TRÖNDLE, 2014, p. 6, tradução nossa).

A nosso ver, essas visões, unidas, reforçam que o espaço é agente-chave na experiência de visitantes em ambientes arquitetônicos de museus, portanto, uma vez que espaços expositivos sejam melhor planejados, podem levar seus usuários a melhor experimentá-los – na presente tese essa condição está atrelada ao potencial para ampliar a sociabilidade dos espaços e às respostas de indivíduos quanto ao foco de interesse. Voltando aos dois modos de organização que temos até aqui discutido, nos parece que a GP, como mostram as análises ora apresentadas, é naturalmente embebida, pelo menos, dessa última capacidade, já que nasceu do princípio de que sua geometria deveria, a priori, sem nenhum outro recurso, ofertar uma fácil navegação aos sujeitos que a visitassem.

Dessa forma, com base na contextualização e na avaliação dos arranjos conceituais, podemos resumir as características morfológicas essenciais da matriz espacial da GP da seguinte forma: predisposição à uniaxialidade ou um número de linhas axiais reduzido; tendência à uniconvexidade ou uma partição convexa simplificada; alta inteligibilidade de campos visuais predominantes; e concentração de ocupação e movimento ao longo de um eixo central orientado conforme a

geometria da galeria. Na seção subsequente, buscaremos verificar justamente em que medida essa matriz espacial define alguns exemplos de galerias progressivas históricas, detectando outros aspectos espaciais adicionais que possam emergir.

2.3 Propriedades Espaciais de Galerias Progressivas Seminais

Uma vez conhecidas as características definidoras das matrizes espaciais que caracterizam as GPs e SPs, iremos observar como estas se traduzem em alguns casos relevantes de GP apontados anteriormente na contextualização histórica. Por meio da análise gráfica de representações sintáticas sob a forma de mapas/grafos, serão enfocados os seguintes exemplares: o Antiquarium (G. Strada, W. Egkl e F. Sustris,1569-71); a Sabbioneta (V. Scamozzi,1583-90); Museo Pio-Clementino (M.Simonetti e G. Camporesi,1773-80); a Grande Galeria do Louvre (inaugurada em 1793); os museus concebidos por Étienne-Louis Boullée (1783) e Jean-Nicolas-Louis Durand (1802-09); a Glypothek e a Alte Pinakothek (Leo von Klenze, 1815-30 e 1823-36, respectivamente) e o Altes Museum (K.F. Schinkel, 1823-30).

É importante fazer algumas observações iniciais sobre os procedimentos adotados. Primeiro, como GP's antigas não constituem o foco específico dessa pesquisa – mas sim os dois casos e simulações sob a forma de variações morfológicas expostos nos capítulos seguintes –, antes de ofertar dados quantitativos, o objetivo desta abordagem é estender a compreensão geral das noções sobre o espaço de natureza progressiva apontados na seção anterior, verificando-as em exemplos concretos de projetos e obras de relevância na tradição arquitetônica de espaços expositivos dessa natureza.

Para a realização destas análises, fez-se uso da plataforma DepthmapX, *software* mais comumente utilizado nos estudos em SE, o que envolveu a preparação de plantas baixas simplificadas dos projetos em questão. Com base em fontes diversas, procurou-se, o máximo possível, manter a integridade geral dos desenhos originais, contudo, as plantas geradas não deixam de refletir certo nível de interpretação autoral.

Outra questão é que o *software* não permite que se opere com linhas curvas, elementos usuais em projetos que envolvem, por exemplo, rotundas, um componente espacial particularmente recorrente nos exemplares selecionados para análise. Conforme necessário, convertemos esses itens em segmentos de linhas que representassem com maior fidelidade possível seus perfis curvilíneos originais. Um aspecto também a salientar é que certos projetos tiveram apenas um trecho que continha algum tipo de GP isolado para ser avaliado, ainda que, em sua íntegra, tratassem de configurações que combinavam trechos desse tipo de leiaute com outros do tipo SP.

Sobre o enfoque aqui dado a museus de arte, que busca alinhar o potencial para ampliar sociabilidade às respostas de indivíduos quanto ao seu foco de interesse, é válido observar que a relação entre leiaute espacial e o comportamento de visitantes tem sido abordada na literatura há bastante tempo. Em seu pioneiro e detalhado estudo intitulado Problemas de instalação em museus de arte, publicado pela The American Association of Museums, em 1935, sobre experimentos

com visitantes no Pennsylvannia Museum of Art, Arthur W. Melton concluiu que o leiaute da arquitetura parece ser mais importante para direcionar a atenção dos visitantes do que as características das obras de arte expostas. Com interesse na "educação de adultos por meio de instalações efetivas e rotulação de objetos expostos nas chamadas galerias expositivas" (MELTON, 1936, p. 1, tradução nossa), a hipótese principal do autor é que há uma relação positiva entre o grau de interesse dos visitantes nas exposições e o número e a qualidade dos resultados educativos mais ou menos permanentes da visita ao museu.

As análises de Melton são baseadas em quatro fatores norteadores sobre exposições: grau de isolamento; contexto (expositores periodizados de modo homogêneo ou heterogêneo); atratividade intrínseca; e posição em relação ao museu como um todo (MELTON, 1936). Utilizando como medida chave o tempo de interesse do visitante diante de uma obra de arte, dentre os resultados, é relevante a conclusão de que o fator qualidade estética não é tão significativo, além de que o efeito fadiga não estaria relacionado tanto ao aspecto físico, mas, sim, à diminuição de interesse por parte do visitante.

Mais de meio século depois, a preocupação com os efeitos do espaço de museu sobre os visitantes continuou com Klein (1993). Ao fazer perguntas simples, como "como os visitantes ocupam diferentes espaços da galeria? O que faz com que os visitantes parem em áreas específicas? Como os visitantes decidem para onde ir?" (KLEIN, 1993, p. 784, tradução nossa), Klein explorou o tópico que, desde então, tem impulsionado a pesquisa de visitantes em museus, incluindo em seu estudo observações discretas de visitantes, mapeadas graficamente em planta baixa.

Alguns anos depois, Choi (1997) investigou a influência da estrutura espacial do leiaute do museu na exploração e no encontro dos visitantes. Observando vinte visitantes em cada museu e marcando sua posição a intervalos regulares, em planta baixa, uma das conclusões a qual chegou foi que a configuração dos leiautes de museus permitia aos visitantes uma estrutura para explorar o ambiente.

Psarra e Grajewski (2000), em estudo sobre o Museum of Scotland, partiram do pressuposto de que, para usuário e arquitetura interagirem, precisaria existir a compreensão do edifício, propondo maneiras nas quais o visitante poderia captar a tridimensionalidade escultórica do artefato a partir da observação de como características tridimensionais formais afetariam a cognição do espaço e a inteligibilidade. Hillier e Tzorzki (2006) abordam a relação entre design espacial e o movimento dos visitantes por espaços expositivos, argumentando que o espaço é estruturado em fragmentos, chamados de campos visuais (ou isovistas), que são supervisionados pelo observador quando este se move pelo espaço, mudando conforme sua localização.

Um pouco mais tarde, Wineman e Peponis (2010) discutem a própria concepção teórica da SE e o significado do espaço, defendendo que estudos em museus só têm a se beneficiar de uma melhor compreensão de como o espaço, por si

só, funciona, servindo como importante suporte para curadorias. Com base em padrões de acesso e visibilidade, os autores estabelecem que o discurso espacial tem uma certa autonomia, ainda que não seja inteiramente separado da mensagem curatorial, argumentando que movimentos guiados no espaço podem ser gerados de modo a dar suporte à experiência ao longo do tempo, conteúdo e sequência de objetos expostos.

Mais recentemente, com base nos conceitos psicológicos de valência (LEWIN, 1936), padrões de comportamento permanentes (BARKER, 1968) e acessibilidade (GIBSON, 1977), Tröndle (2014) faz um estudo exploratório, combinando tecnologia e programação de ponta, envolvendo rastreamento de visitantes no Kunstmuseum St. Gallen, na Suíca. Esse estudo, que será retomado com mais detalhes no quinto capítulo, trata-se de uma investigação empírica sobre como as configurações arquitetônicas e curatoriais afetam a atenção do visitante, esclarecendo como as descobertas encontradas se encaixariam e contribuiriam para o discurso sobre comportamento espacial e os estudos de museus.

Outra importante publicação, de autoria de Tzortzi (2015), comentada anteriormente quando se introduziu a galeria progressiva a partir da ideia de que o design do espaço é o conector entre arquitetura e museologia, investiga como os leiautes espacial e de exposições interagem para gerar "efeitos específicos, expressar mensagens intencionadas ou simplesmente criar uma experiência espacial mais rica" (TZORTZI, 2015, p. 1, tradução nossa), centrando sua discussão em torno de três perguntas: o design dos espaços faz diferença e, caso positivo, qual seria?; como o projeto de arquitetura se relaciona à intenção curatorial?; e quais dimensões da experiência humana em museus são afetadas pelo modo como galerias e objetos são organizados no espaço?

O método envolve a análise comparativa de alguns casos de museus reais de arte de diferentes períodos – Castelvecchio Museum, Verona; Sainsbury Wing, National Gallery, Londres; Centre Pompidou, Paris; Tate Modern, Londres; Louisiana Museum of Art, Dinamarca; e o Kröller-Müller Musem, Holanda –, incluindo descrição e análise dos leiautes espaciais e de objetos e estudos de observação de padrões de movimento e de visualização de visitantes. Para cada museu a autora estuda três morfologias espaciais: "a estrutura espacial do edifício em si, o arranjo de expositores (incluindo a relação com sua organização conceitual) e o comportamento espacial de visitantes" (TZORTZI, 2015, p. 5, tradução nossa), considerando os dois primeiros como variáveis independentes no processo de criação do museu e o terceiro, como a variável funcional ou dependente.

Outro estudo relevante é o de Psarra (2018), que discute a cidade de Veneza e dois outros trabalhos nela inspirados, As cidades invisíveis (1972), de Italo Calvino, e o Hospital de Veneza (1964), de Le Corbusier, descrevendo a cidade como uma estrutura que, a partir de um reduzido número de regras, é capaz de produzir um grande número de variações. A peculiaridade da autora está em ver a cidade não enquanto estereótipo de um território de origens improváveis (a cidade modelo), com problemas urbanos que precisam ser resolvidos, mas em lançar ideias sobre como a complexidade urbana do lugar pode evoluir, com base no entendimento de como sua capacidade generativa pode informar sobre o

que está por vir. De especial importância para a abordagem nesta tese é o capítulo 5, no qual a autora aborda como Le Corbusier cuidadosamente produziu espaço, enfocando o seu projeto para o Hospital de Veneza – cuja lógica é do tipo aberta (ou *open-ended*), baseada no princípio de agregação celular – e para os três paradigmas nas cidades e a prática arquitetônica que aponta: o orgânico, o clássico e moderno.

Envolvendo descrições do comportamento espacial do enigmático projeto e de outras obras do arquiteto (como o Museu de Arte Ocidental em Tóquio e o Centro Cultural em Ahmedabad), de um exemplar clássico (Villa Rotonda, Andrea Palladio, 1566), um híbrido de clássico e orgânico (Sir John Soane's Museum, 1837) e alguns edifícios contemporâneos, o objetivo de Sophia Psarra é, além explorar a influência de Veneza na obra do arquiteto e na sua proposta em específico, traçar "um panorama mais amplo das ideias arquitetônicas na obra de Palladio, Le Corbusier e alguns arquitetos atuais, desta forma estendendo a influência de Veneza na arquitetura contemporânea" (PSARRA, 2018, p. 176, tradução nossa). Há, portanto, uma similaridade entre essa aproximação e a que pretendemos aqui, já que, no âmbito dos seus efeitos no comportamento espacial, exploraremos variações de uma dada tipologia de espaço expositivo – a galeria progressiva – a partir de sua relação com o contexto mais amplo da produção desse tipo de espaço, passando por dois relevantes casos modernos.

Além desses estudos, outro aspecto em questão é que talvez a própria mudança da arquitetura do museu do século XIX, que "incorporava permanência", tendo sido "projetado para fazer uma declaração simbólica" (GIEBELSHAUSEN, 2006, p. 231), rumo a espaços despidos de adereços, com suportes neutros e de planta livre – como os marcos do MoMA (Goodwin e Stone, 1939), do Museu do Crescimento Ilimitado (Le Corbusier, 1939) e do Museu para uma Pequena Cidade (Mies van de Rohe, 1942) – tenha trazido consigo uma valorização do aspecto do espaço e da configuração espacial em relação ao século XIX. Mesmo que, no século XX, o programa do museu tenha se tornado mais complexo, ganhando uma rede de espaços mais intricada e especializada, até no Solomon R. Guggenheim Museum (F.L. Wright, 1943-59), discutido no capítulo três, cuja plasticidade é evidente, foi grande o investimento no arranjo espacial e comportamento de visitantes (MONTANER, 1990; 2003; NEWHOUSE, 2006).

Esse contexto nos serve de base para que revisitemos alguns exemplares de museus contendo galerias progressivas a partir do entendimento de como seus espaços são arranjados enquanto variável independente do processo de criação do museu, tendo impacto direto sobre o movimento, a visão de visitantes e a sociabilidade dos visitantes, aspectos que a SE tem estudado ao longo de quase meio século. Assim, agrupamos os exemplos a serem discutidos a seguir em 3 tipos de GP: linha reta (ou túnel abobadado); radial (ou rotunda); e híbrida (dos dois primeiros tipos).

A categorização adotada, a princípio, pode sugerir que está atrelada prioritariamente à geometria dos casos estudados, mas trata-se apenas de uma redução de nomenclatura, com base nas variações de arranjos sugeridas por Sutton (2000) e no tipos de configuração de circulação apontados por Tzortzi (2015). Na verdade, o interesse está em descrever e

analisar o comportamento espacial de visitantes nos leiautes destes três tipos, que têm em comum o caráter progressivo, no sentido de que envolvem ou uma sequência única de espaços (linha reta) ou variações na sequência única de espaços, permitindo mais escolhas de rotas (radial e híbrida).

2.3.1 A galeria progressiva em linha reta ou túnel abobadado

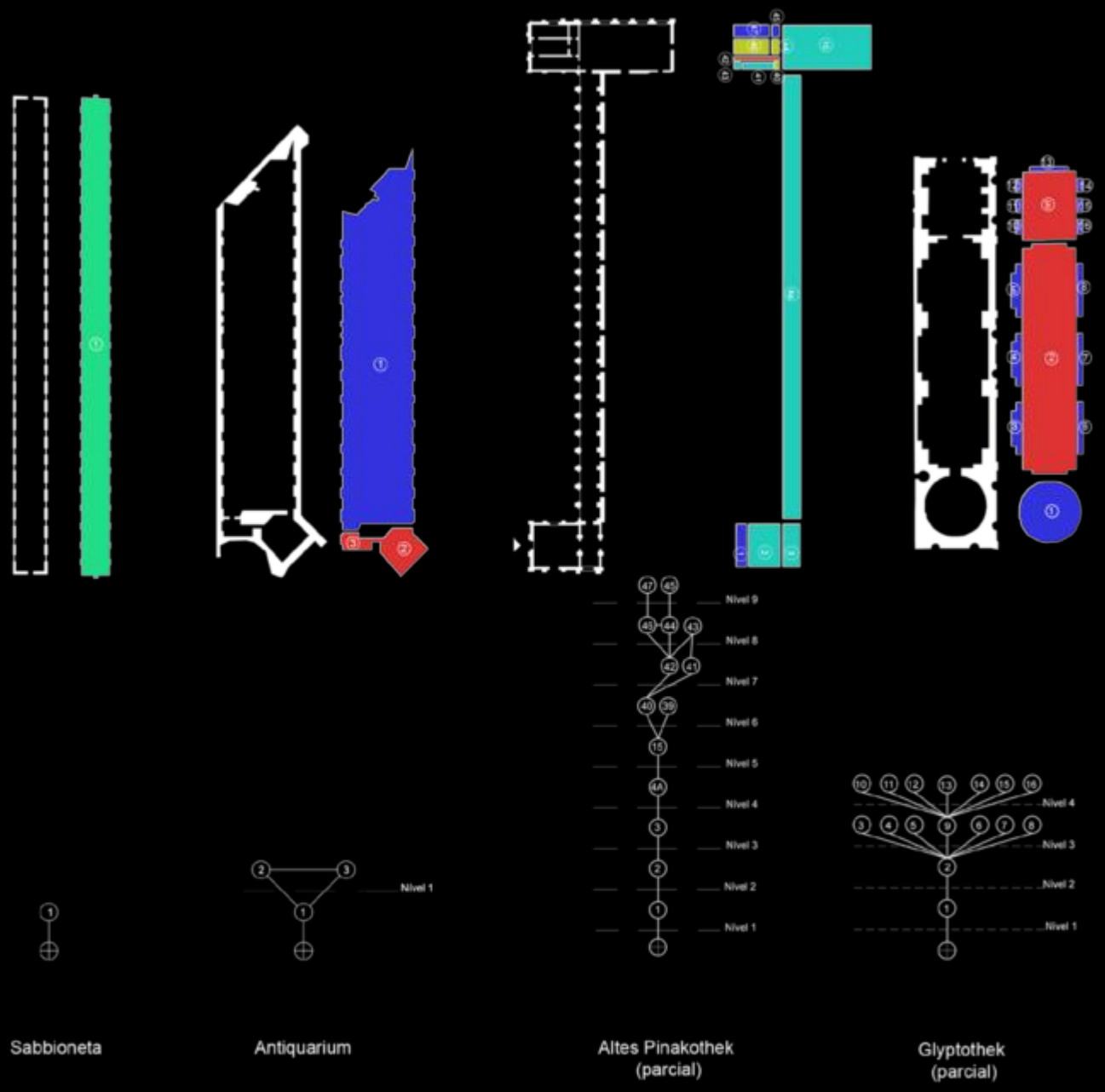
A *Galleria degli Antichi* compõe o conjunto denominado Sabbioneta, localizado em Mântua, região italiana da Lombardia, um significante exemplar de projeto de cidade ideal conforme os princípios da arquitetura e do urbanismo renascentistas. Construída pelo nobre, escritor, diplomata e engenheiro militar italiano, Vespasiano Gonzaga, entre 1583 e 1590 e projetada pelo arquiteto, Vincenzo Scamozzi, aluno de Andrea Palladio, previa um espaço para a coleção de estatuária adquirida pelo nobre no século XVI, medindo aproximadamente 91 metros de comprimento, que conformava uma espécie de galeria-corredor conectada ao castelo Sabbioneta (PEVSNER, 1976). Dentre os espaços aqui apresentados, é aquele que mais se aproxima do que consideramos o nível puro de galeria progressiva.

Com acessos pelas extremidades da planta retangular e rasas reentrâncias em suas paredes laterais, pode ser descrita sintaticamente como possuindo um único espaço convexo longilíneo conforme o leiaute hipotético discutido na seção anterior (ver Figuras 68 e 70). O contraste relativo entre exígua largura e generoso comprimento reforça essa condição, caracterizando um espaço claramente linear e predominantemente alongado, configuração que, segundo Hillier (2003), aumenta o foco da visão, que consegue cobrir uma distância maior, induzindo a percursos provavelmente mais contínuos (ver Figuras 69 e 70).

Como mostra o mapa axial, a galeria pode ser atravessada por uma única linha, que a perpassa de uma extremidade à outra. A condição de ampliação do foco da visão pode ser percebida no mapa de visibilidade (*grid* de .40 x .40), que apresenta um único campo visual dominante e uniforme, ocupando toda a extensão do leiaute, indicado pela mancha na cor vermelha. Quanto à simulação do movimento de 20 agentes hipotéticos, observa-se que o mapa de portões representa mais atividade de movimento à medida que há uma maior aproximação ao centro da galeria. Esse comportamento também é ratificado pelo mapa de percursos, no qual os agentes, na maior parte do leiaute, tendem a se afastar das paredes laterais, concentrando-se no eixo do espaço (ver Figura 69).

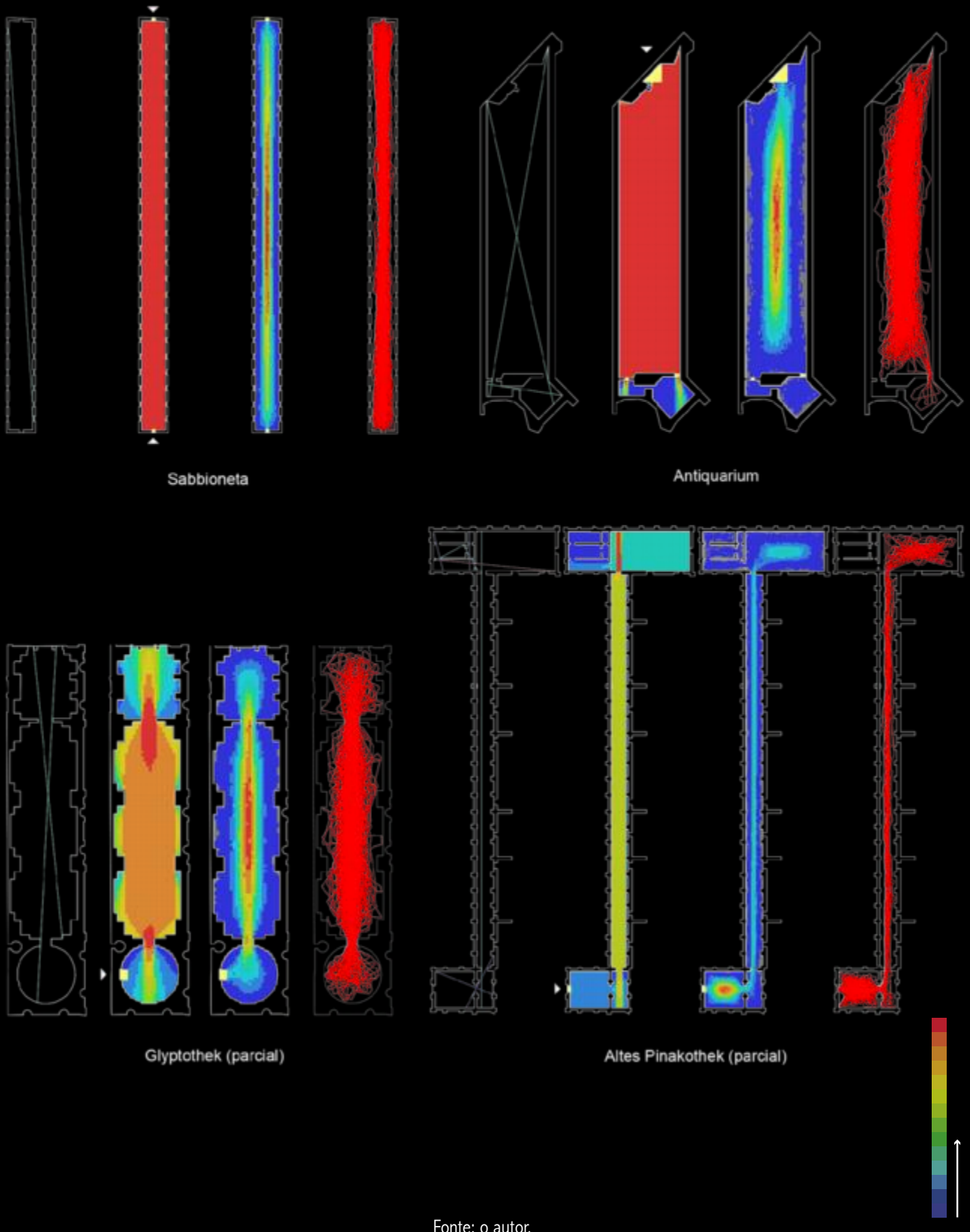
Muito semelhante configuracionalmente à Sabbioneta, o Antiquarium, localizado em Munique, Alemanha, no palácio do Duque Alberto V da Baviera (Residenz), foi, conforme Pevsner (1976), a galeria mais ambiciosa do período, construída em dois anos (1569-1571) segundo projeto do arquiteto Jacobo Strada, interiores de Friedrich Sustris e execução do arquiteto da corte, Wilhelm Egkl. Em estilo Renascentista – destruída durante a Segunda Guerra e posteriormente reconstruída–, compunha as várias salas que formavam o palácio e tinha como propósito original abrigar a coleção de esculturas antigas do monarca, possuindo aproximadamente 66 metros de comprimento e forro abobadado.

Figura 68: Plantas baixas resumidas, mapas convexos e grafos justificados de GPs em linha reta (da esquerda à direita: Sabbioneta, Antiquarium, Altes Pinakothek parcial e Glyptothek parcial).



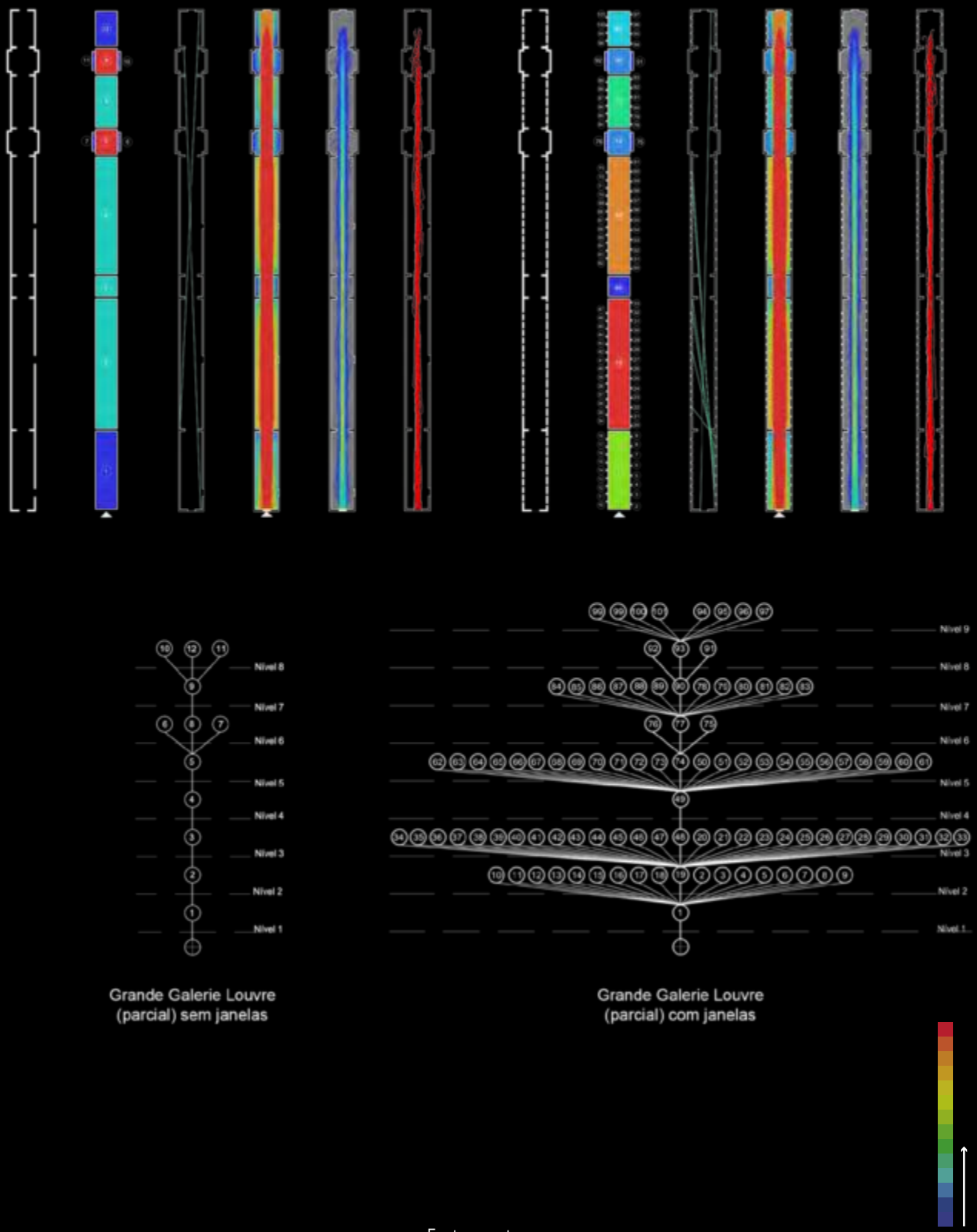
Fonte: o autor.

Figura 69: Mapas axiais e de visibilidade por conectividade (VGA), de contagem de portões e percursos de agentes autômatos em GPs em linha reta (da esquerda à direita: Sabbioneta, Antiquarium (acima)e Glyptothek e Altes Pinakothek parciais(abaixo).



Fonte: o autor.

Figura 70: Plantas baixas resumidas, mapas convexos, axiais, de visibilidade por conectividade(VGA), de contagem de portões e de percursos de agentes, e grafos justificados da Grande Galerie do Louvre.



Fonte: o autor.

Do mesmo modo que a galeria italiana, o exemplar alemão tem uma intervisibilidade bastante alta e homogênea em todo o seu espaço convexo principal, desconsiderando os rasos nichos que abrigam pequenos pedestais, não acessáveis pelos visitantes. A simulação de agentes, como atestam os mapas de portões e percursos, também resulta semelhante à Sabbioneta, com fluxo mais denso ao centro do espaço, enfraquecendo à medida que os autômatos aproximam-se das paredes laterais (ver Figuras 69 e 70)

Duzentos anos após a Sabbioneta, foi inaugurada em Paris, em 1793, a Grande Galerie do Louvre. Resultado de um decreto da Assemblée Nationale (1792), que determinava que um museu deveria ser criado nas galerias do palácio do Louvre. A Grande Galerie é considerada um marco em museus públicos, tendo como objetivo inicial abrigar tesouros apropriados pelos revolucionários franceses (que passavam à condição de patrimônio nacional), expondo-os ao grande público, o que levou à criação posterior de outros museus públicos na França e em territórios estrangeiros conquistados pelo governo Napoleônico (PEVSNER, 1976; ABT, 2011).

Hoje o lado sul (ou do Rio Sena) do museu, a Grande Galerie foi construída essencialmente como um corredor para conectar o antigo Louvre ao Palácio das Tulherias, medindo, aproximadamente, 402m de comprimento e 9m de largura, com 10.6 metros de pé direito. A iluminação era provida por 92 janelas de grande altura, 46 em cada elevação axial, as quais não eram igualmente espaçadas entre si, com piers intermediários variando de 8m, na porção leste da galeria, a 4-5m no trecho oeste. O espaço que abriu ao público acabou sofrendo poucas renovações e decorações em sua conversão a museu, sobretudo, em consequência dos eventos da Revolução de 1789, e a ilustração mais realista do mesmo, iluminado por janelas laterais do antigo corredor, talvez tenha sido a elaborada por Hubert Robert, em 1795 (CONNELLY, 1972) (ver Figura 15).

A configuração aqui é mais complexa do que nos dois primeiros casos abordados, afinal, mesmo em se tratando de uma galeria em linha reta com forros abobadados, a partição do espaço não é uniconvexa. Isolando-se a Grande Galerie, em si, tem-se um longo eixo central conformando uma estrutura espacial do tipo árvore, ou seja, o tronco (eixo central) como rota obrigatória e os galhos (nichos de janelas e cavidades em dois trechos), como possíveis espaços de ocupação. Quando analisamos a galeria sem as referidas reentrâncias, o sistema em árvore permanece, apenas resultando menos profundo em um nível devido às janelas no último espaço da galeria principal terem sido eliminadas. Dessa forma, com ou sem nichos laterais, a estrutura espacial mantém-se praticamente a mesma (ver Figura 70).

Pode-se dizer, portanto, que esse sistema espacial caracterizava uma estrutura bastante determinista quanto à escolha de rotas, na qual, segundo Markus (1993, p. 207, tradução nossa), "Tudo – agrupamento, disposição, experiência espacial e ornamentação de superfície – objetivava concretizar o conceito abstrato do estado da nação do povo, uma república que seria a reencarnação da cultura clássica da Grécia, Roma e Renascença", sugerindo ainda que a experiência do visitante era semelhante àquela de uma caminhada ritualística (DUNCAN; WALLACH, 1980 *apud* MARKUS, 1993, p. 207).

Ao observar o mapa axial, duas longas linhas atravessam o espaço de leste a oeste (sentido longitudinal), o que se alinha com a alta intervisibilidade ao longo do eixo principal que sobressai no mapa de visibilidade, indicada pela área em vermelho, implicando que a informação visual naquele trecho é bastante acessível aos visitantes. Essa condição pode também ser apreendida nas vistas perspectivadas de ilustrações antigas da Grande Galerie, todas geralmente com um extenso campo de fuga central, dado que encontra respaldo no mapa de percursos de agentes no local, onde há um claro fluxo mais denso em alinhamento ao eixo longitudinal da galeria.

No século XIX, assistiu-se a uma explosão de museus no reino da Bavária, que inspirou, em Munique, os exemplares relevantes da Glyptothek (1815-30), da Alte Pinakothek (1826-36), e da Neue Pinakothek (1846-53), voltadas, respectivamente, à escultura, à pintura e à arte contemporânea (GIEBELHAUSEN, 2011). As duas primeiras terão dois de seus setores aqui analisados, os quais consideramos exemplares de galerias progressivas em linha reta.

Resultado de um concurso vencido pelo então jovem arquiteto, Leo von Klenze, a Glyptothek apresentava originalmente uma planta retangular, com uma única ala central estendendo-se à parte posterior do edifício, leiaute que foi substituído por quatro alas, semelhante ao projeto do museu ideal de Durand (em seus Précis de Léçons), porém sem a cruz nem o domo central com rotunda do modelo francês. Essas alas geravam um percurso linear pela coleção, começando no hall de entrada e seguindo, em sentido horário, rumo às esculturas dispostas cronologicamente. No final do edifício, em posição oposta à entrada principal, a sequência de galerias era interrompida por um segundo (e menor) acesso, com dois espaços adjacentes para recepções da corte (GIEBELHAUSEN, 2011).

Considerando-se uma das alas da Glyptothek, tem-se uma configuração progressiva em linha reta bem semelhante à Grande Galerie, com a diferença de que há espaços de maior largura e profundidade métrica adjacentes ao eixo principal. Em relação às rotas, a estrutura tipo árvore do Louvre se repete, apesar deste último ser um sistema mais profundo e ter uma maior quantidade de espaços adjacentes à rota principal devido ao generoso número de janelas nas paredes longitudinais (Ver Figura 68).

Voltando-se para o mapa de visibilidade, os nós do *grid* (.40 x .40) que ofertam mais informação visual encontram-se nas permeabilidades entre os espaços convexos, seguidos daqueles na porção central, como na Grande Galerie. Porém, aqui, como há um estreitamento dessas permeabilidades, pode-se dizer que os campos visuais são menos uniformes, com potencial para ofertar uma experiência de visualização do espaço mais diversificada, com mais surpresas do que nos demais casos até aqui analisados. Essa possibilidade parece confirmar-se quando comparamos os mapas de percursos de agentes na Glyptothek com aqueles de outros exemplares, uma vez que suas trilhas, mesmo predominando ao longo do eixo principal, espalham-se mais pelo espaço, por vezes chegando mais próximo de cavidades e paredes laterais, sobretudo, no espaço de forma circular (ver Figura 69).

A Altes Pinakothek, outro caso de museu na cidade de Munique, também projetado por Leo von Klenze, possuía uma planta em forma de um "I" rotacionado em 90 graus. Nas extremidades do "I", havia pequenos volumes, contendo, cada um, uma espécie de antessala. No pavimento térreo, estavam localizados os escritórios, coleções de reserva e depósitos, enquanto o primeiro e principal piso abrigava as galerias expositivas, que eram acessadas pela porção leste (lado direito da planta). Uma vez que o visitante passasse a grande escadaria que dava acesso ao pavimento superior, uma sequência ininterrupta de grandes galerias se desdobrava linearmente. Estas eram flanqueadas por pequenos espaços expositivos ao norte e um extenso corredor ao sul, marcado por parede com janelas espaçadas entre si por 25 piers no total.

Os ambientes com dimensões mais generosas dispunham as obras de arte de grande porte e eram situados no vão central e com iluminação zenital, enquanto os ambientes menores, dedicado às peças de menor escala, locavam-se nas laterais, sendo iluminados por janelas. Segundo Giebelhausen (2011), esse arranjo, que distinguia os espaços expositivos e os dispunha linearmente, tornou-se um diagrama típico para as galeria de pinturas do século XIX.

Analisamos primeiramente apenas o componente corredor do piso superior e suas adjacências, visto que conforma um espaço claramente progressivo do tipo em linha reta. Esse espaço, que, inclusive, é o mais conectado de todo o sistema da Pinakothek (com 10 conexões), quando aferido isoladamente, mesmo não sendo o mais conectado em número, é o elo entre o acesso e os demais espaços, um componente uniconvexo (se ignorarmos os rasos nichos laterais) e uniaxial, como no modelo hipotético de galeria pura apresentado anteriormente. A estrutura espacial, assim como as demais galerias em linha reta, é do tipo árvore, com o tronco marcando a opção de rota predominante e obrigatória, com exceção dos ambientes menores e mais conectados entre si na exposição situada na extremidade oposta ao acesso (ver Figura 68).

A mais alta intervisibilidade ocorre ao final do corredor, onde estão os espaços menores, porém, sabe-se que ao longo de todo o seu eixo principal a informação visual é uniforme, conforme representado pelo trecho em amarelo no mapa VGA. Assim como a maioria dos demais mapas de percursos até aqui observados, há um fluxo contínuo de agentes alinhados ao eixo da longa galeria que não se aproxima muito das paredes laterais até desembocar no espaço convexo mais aquadradado, onde se espalha de modo mais evidente do que na extensa galeria-corredor (ver Figura 69).

Com base nessas análises, resumindo a sintaxe espacial das GPs em linha reta, tipo de configuração enfocada nesta seção, poderíamos dizer que tendem a apresentar os seguintes aspectos: metricamente, há o predomínio do comprimento sobre a largura, resultando em uma geometria de planta claramente longilínea; a estrutura espacial típica é do tipo árvore, sem anéis de circulação, com o tronco central marcando a rota predominante; o número de espaços convexos tem propensão a ser reduzido, com o domínio de componentes longilíneos consecutivos, que, às vezes são alternados por espaços de forma quadrangular; há uma predisposição à uniaxialidade ou poucas linhas axiais; a informação visual

ao longo do eixo principal tende a ser mais disponível, ou seja, os graus de conectividade visual dos nós do grafo VGA são os mais altos nessa área; portões com maior fluxo de agentes autômatos localizam-se no eixo central do leiaute; e, por fim, o padrão de percursos de agentes não parece ser afetado pela presença de nichos laterais, mantendo uma maior densidade na porção central do arranjo.

Seguindo a pista ofertada por Sutton (2000), que cita a configuração concêntrica como umas das possíveis variações da GP, nos casos que serão discutidos a seguir, parte-se para a análise de exemplos de leiautes radiais, especificamente aqueles que se materializam em rotundas, aqui abordados enquanto componentes parciais de sistemas espaciais, que, em seu todo, podem combinar trechos dos tipos SP e GP.

2.3.2 A galeria progressiva radial

Sutton (2000) diz que o ideal da GP relacionado ao espaço de exposição não foi primeiramente aplicado plenamente no campo das artes. Como apontado anteriormente, o etnólogo e arqueólogo inglês, Henry Pitt-Rivers, propôs um conceito de museu de antropologia (1888), cuja exposição se iniciaria cronologicamente no centro e expandiria radialmente, rumo à periferia, um esquema que, conforme Bennett (1995), foi usado similarmente pelo biologista, sociólogo, geógrafo e pioneiro urbanista escocês, Patrick Geddes. Com a urbanização acelerada do século XIX, planejadores começaram a pensar sobre como administrar o desenvolvimento urbano e o espraiamento suburbano. Nesse contexto, a proposta de Geddes para a reconstrução da cidade escocesa de manufatura do linho, Dunfermline (1904), previa que uma série de sítios históricos conectados fossem construídos para mostrar a história do local, da época medieval até os tempos modernos, unindo, a cada estágio, essa história a tendências mais amplas do desenvolvimento evolucionário. O último desses sítios, dedicado ao século XIX, culminaria na peça "Evolução da Estrela da Espiral", que daria acesso à Torre de observação, "da qual poderíamos olhar de volta para o antigo centro histórico da cidade e adiante, rumo ao seu futuro" (GEDDES, 1904, p. 161 *apud* BENNET, 1995, p. 184, tradução nossa). De volta à arte, Sutton (2000) defende que os projetos de museus construídos não seguiram esses exemplos em sua totalidade até quase a metade do século XX, quando Frank Lloyd Wright concebeu o Solomon R. Guggenheim Museum.

Contudo, o uso da rotunda – tipo de espaço caracterizado por uma planta circular, muitas vezes coberto por um domo – já tinha sido adotado enquanto componente espacial de museus, como no Museo Pio-Clementino (1773) e no projeto, não construído, de Pièrre-Adrien para o Musée de Beaux-Arts (1810), no qual a rotunda e uma série de espaços radiais ao centro desta formam um sistema muito mais complexo do que no Vaticano. A diferença entre esses exemplares e a aplicação do princípio radial em sua plenitude, conforme referidos por Sutton (2000) e Bennet (1995), é de que o modo de circulação nesses museus, em seu todo, não seguia uma lógica progressiva, como no caso das galerias originalmente pensadas por Wright para o MG, nem tampouco dispunham exposições necessariamente em uma sequência cronológica progressiva.

Uma extensão do Palácio do Vaticano, o Museo Pio-Clementino foi concebido pelos arquitetos Michel Angelo Simonetti e Pietro Camporese (e finalizado por Gillio Camporesi) como um dos primeiros edifícios de museu executados especificamente para esse propósito, introduzindo dois aspectos que viriam a inspirar a arquitetura desse tipo de edifício na Europa: a grande escadaria e a rotunda com domo (TZORTZI, 2015). Reforçando seu caráter de referência, no Pio-Clementino foi estabelecido um modelo para exposição de escultura antiga, com cada peça em uma composição separada, agrupamento dos objetos menores por classes e posicionamento das obras mais importantes isoladamente, como pontos focais no interior (MoMA, 1934, p. 2, tradução nossa). Em sua rotunda, objeto de nossa análise, o espaço tinha dimensões compactas e era voltado à exposição de esculturas de deuses.

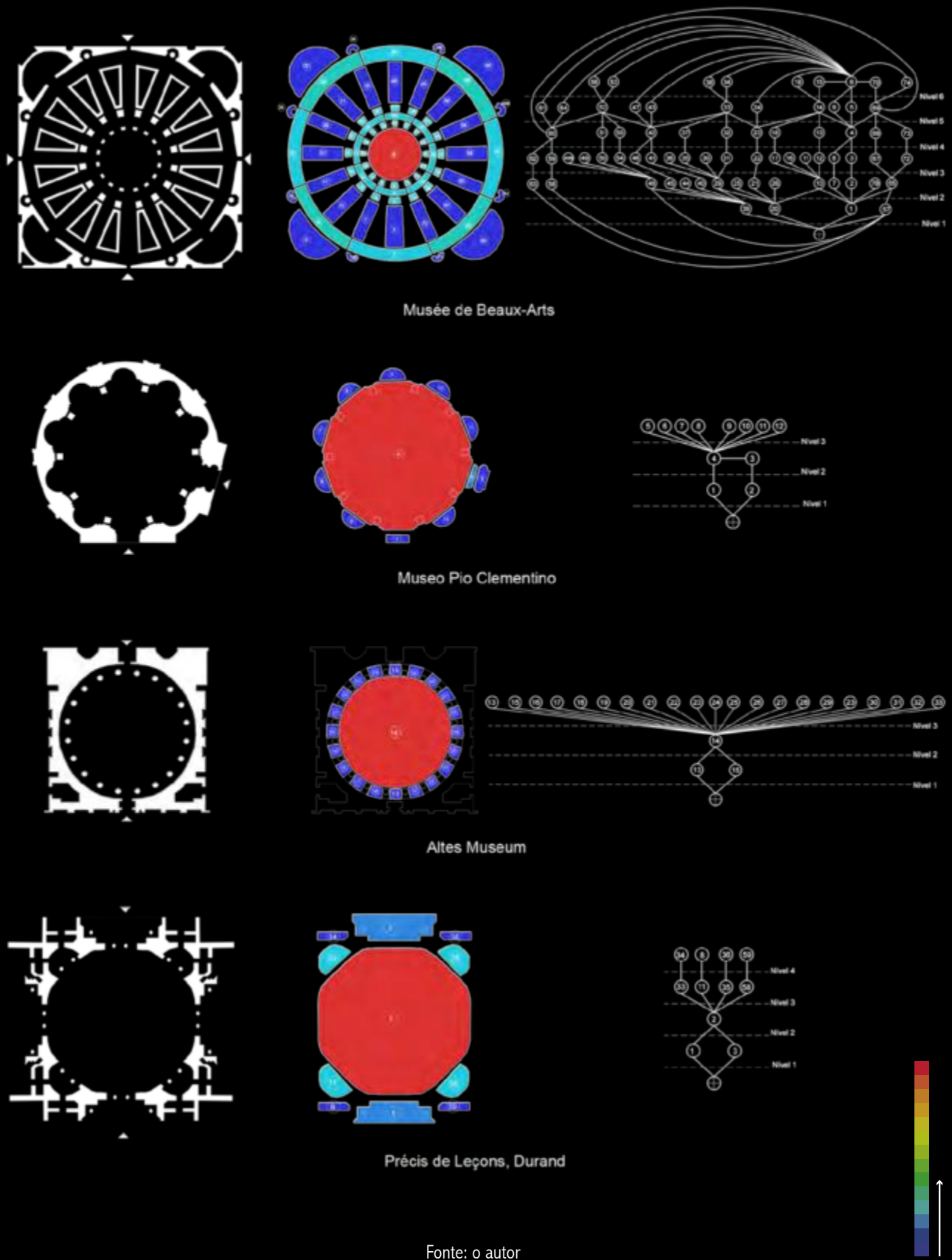
Observando-se o mapa de espaços convexos, aqui com a rotunda isolada e mantidos os dois acessos – na parte inferior e lateral direita da planta (conectadas, respectivamente, às salas da Cruz Grega e da Musa) –, o maior grau de conectividade do raso sistema está no espaço circular central, que se conecta aos vestíbulos de acesso e aos nichos semicirculares dedicados às esculturas das deusas. O mesmo acontece quanto à integração (HH), que tem no mesmo espaço circular seu núcleo mais ativo. Quanto ao mapa axial, percebe-se uma linha mais conectada atravessando o espaço na diagonal (do espaço 6 ao 11), formando um eixo entre os nichos das estátuas de Cláudio como Júpiter e Antínous como Osíris-Dionísio.

Como tipicamente acontece em uma rotunda, há maior intervisibilidade em seu centro, mas, no geral, todos os espaços fornecem boa informação visual, o que se nota no mapa de visibilidade, no qual predominam nós nas cores laranja e vermelha. Os mapas de portões e de percursos reforçam essa condição e também apresentam fluxo mais denso de agentes em um raio ao centro da rotunda, porém, quando comparado às galerias em linha reta, há bem mais aproximação relativa aos nichos aqui radialmente expostos do que naqueles ao longo das paredes laterais dos espaços longilíneos anteriormente analisados (ver Figuras 71 e 72).

Na seção anterior, apresentamos a concepção de Pièrre-Adrien Pâris para o Musée de Beaux-Arts (1810), um espaço voltado à exposição de artefatos ligados à antropologia, os quais seriam dispostos em uma progressão cronológica do centro para a periferia. De acordo com Pevsner (1976), o museu seria um lugar que, incluindo uma biblioteca, abrigaria tudo o que se relacionasse ao estudo das ciências e artes plásticas, caracterizando-se como o projeto de museu mais arrebatador do período (PEVSNER, 1976, p. 123, tradução nossa).

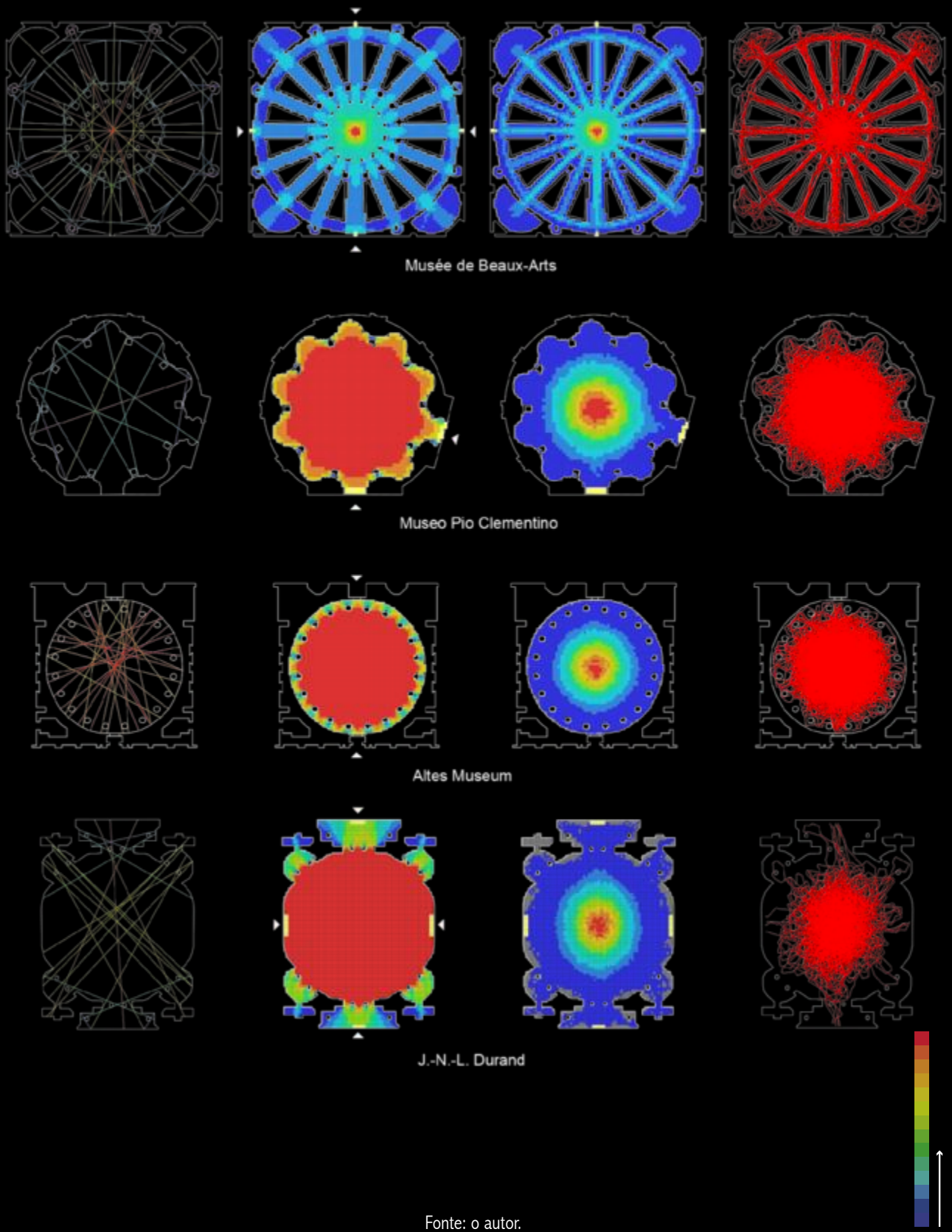
O leiaute trazia dezesseis galerias dispostas radialmente ao redor de um pátio circular, do qual se estendiam quatro eixos curtos nas direções principais (Norte-sul e Leste-Oeste), sendo estes flanqueados por pátios quadrados. O conjunto, como um todo, estava inscrito em um grande quadrado de quinas interrompidas, formando um L nessas extremidades.

Figura 71: Plantas baixas resumidas, mapas convexos e grafos justificados de galerias progressivas radiais(de cima para baixo: rotundas do Musée de Beaux-Arts, Museo Pio-Clementino, Altes Museum e do museu ideal concebido por Durand).



Fonte: o autor

Figura 72: Mapas axial, de visibilidade (VGA) por conectividade, de contagem portões e percursos de agentes autômatos em GPs radiais(de cima para baixo: rotundas do Musée de Beaux-Arts, Museo Pio-Clementino, Altes Museum e do museu ideal concebido por J.-N.-L. Durand).



Fonte: o autor.

Novamente, tem-se o mais alto grau de conectividade e de valor de integração (HH) no pátio interno central, com as referidas dezesseis conexões, conformando o núcleo mais propenso a ter um maior número de pessoas circulando. Para a grande quantidade de espaços convexos que apresenta (total de 72 comparado aos 12 do caso anterior), é, contudo, um sistema raso, com 6 níveis. O grafo justificado demonstra que, dentre os exemplares radiais aqui discutidos, é o que conforma o arranjo mais complexo, com grande quantidade de anéis de circulação, gerando várias possibilidades de rotas, uma vez que, além das conexões entre o eixo central e as galerias periféricas em anel, tem-se permeabilidade física por entre as galerias aneladas intermediárias, o que permite que os visitantes se movam em várias direções, mesmo que as linhas de movimento mais ativas sejam as radiais (que atravessam o centro), como é possível atestar no mapa axial. Apesar de possuir um espaço central semelhante aquele das demais rotundas, este caso, na verdade, poderia ser considerado um composto de rotunda com salas interconectadas (ou SPs), uma vez que apresenta a condição atípica de dispor de uma grande quantidade de anéis de circulação, ofertando possibilidades de rota (ver Figuras 73 e 74).

No espaço circular central (tom vermelho no mapa de VGA), há mais intervisibilidade do que nos demais espaços da rotunda, que apresentam maior perda de informação visual, já que geram certo afunilamento da visão em direção ao ponto central do leiaute. Analisando o comportamento dos vinte agentes autômatos, atesta-se, pelo mapa de contagem de portões que o fluxo é mais intenso no trecho com maior intervisibilidade, o espaço circular central. Contudo, ao observarmos o padrão dos percursos, fica mais evidente o aspecto talvez mais forte dessa configuração, que é o de como as rotas dos visitantes (dos autômatos) espalham-se por todo o sistema, mesmo que se concentrem mais no espaço central. Outro espaço de GP radial importante é a rotunda central do Altes Museum (K.F. Schinkel, 1823-30), em Berlim, que, margeada por duas longas galerias, que, por sua vez, delimitavam dois pátios internos, iria tornar-se, segundo Pevsner (1976), o motivo favorito em museus. O autor também diz que o projeto de Schinkel era claramente inspirado em Durand (cuja rotunda do seu museu ideal (1802-09) será abordada a seguir) e, repetindo a rotunda tipo Panteão romano ao centro do edifício, conseguia finalmente materializar a pureza da longa colunata em escala monumental. A partir do único acesso ao museu, chega-se à rotunda, um espaço de recepção e espacialidade dramática (22 metros de altura), coroado por uma cúpula iluminada por um domo em vidro, abrigando, no piso térreo (aqui analisado), 16 estátuas de deuses da Antiguidade, que, situadas por entre as colunas, integram-se melhor à arquitetura ao liberar a maior parte do espaço para o movimento de visitantes. No segundo pavimento, 14 esculturas menores que as do piso térreo são posicionadas em rasos nichos, permitindo que os visitantes andem à frente delas, por uma circulação protegida por um guarda-corpo de onde se pode visualizar o piso inferior.

Partindo dos dois acessos, pelos quadrantes superior e inferior a configuração do piso térreo é idêntica a do Museo Pio-Clementino, tendo no espaço circular o maior grau de conectividade e valor de integração (HH). As mesmas condições são percebidas nos grafos justificados em forma de árvore, uma vez que o espaço central leva aos vários nichos (galhos) que abrigam as peças expositivas. Similarmente ao esquema da rotunda no Vaticano, a maior intervisibilidade

é evidente no espaço central, assim como acontece com os fluxos de agentes simulados, com a diferença de que, no primeiro, os autômatos adentram mais nos nichos, talvez por estes serem mais largos e mais independentes da colunata, enquanto no Altes Museum os nichos expositivos são os próprios intercolúnios, que, mais rasos e em maior número (20 se comparados aos 10 do Pio-Clementino), geram um maior número de linhas axiais com alto grau de conectividade.

A rotunda também é a peça central na planta quadrada do museu concebido por J.-N.-L. Durand, conforme registrado em seus Précis de Leçons (1802-09). Com colunatas maciças nos acessos e disposição simétrica, quatro alas (que formavam uma cruz), cada uma no eixo de cada lado do quadrado, levavam à rotunda central, onde ficava o salão principal, voltado a reuniões e discussões acadêmicas, que deveriam acontecer após uma visita ao museu, diferente do que projetaria Schinkel no Altes Museum, essencialmente um local simbólico e de boas vindas que marcava a transição do exterior ao interior (McCLELLAN, 2008).

Compatível com a função de reunião do espaço, na qual "visitantes supostamente deixam para trás o mundo cotidiano e se preparam para a contemplação da arte" (GIEBELHAUSEN, 2011, p. 228-28), a quantidade de nichos é bem menor do que nos dois exemplos anteriores – são 4 cavidades no total, uma em cada vértice do quadrado que envolve a rotunda. Fora isso, configuracionalmente, tem-se a mesma condição que no Altes Museum e no Pio-Clementino, ou seja, a rotunda como estruturadora da experiência de movimento e visão no leiaute. O fluxo de agentes autômatos também é semelhante, porém, muito mais concentrado no espaço central do que nos nichos que, além de mais profundos, dão acesso, cada um, a pequenos espaços sem saída, os mais segregados do sistema espacial. Há ainda uma demarcação entre o espaço circular central e esses nichos por meio de duas colunas em cada, o que contribui para uma menor distribuição de fluxo em seu interior. Como consequência, da mesma forma que no Pio-Clementino e diferente do museu de Durand, há poucas linhas axiais com maior grau de conectividade perpassando a rotunda.

A partir dessas análises, é possível resumir a sintaxe das GPs radiais conforme os aspectos a seguir: a geometria é circular, geralmente composta por um espaço convexo central maior cujas barreiras delimitantes recebem cavidades ou permeabilidades que o conectam a demais espaços do museu; a estrutura espacial é rasa e do tipo árvore, tendo como unidade articuladora, com maior grau de conectividade física, o espaço convexo central (o Musée de Beaux-Arts é uma exceção, já que combina uma rotunda propriamente dita a salas interconectadas); as linhas axiais mais conectadas necessariamente atravessam o espaço convexo central, indicando a probabilidade de eixos de movimentos na galeria; a maior intervisibilidade é disponibilizada no espaço convexo central, que apresenta maior grau de conectividade visual; um maior número de agentes autômatos é detectado em portões situados nas unidades espaciais localizadas no centro da rotunda; e, finalmente, o padrão de movimento dos autômatos é afetado pelo tipo de deformação/cavidade nas barreiras que encerram a rotunda, de modo que os percursos podem aproximar-se ou penetrar mais ou menos nesses espaços adjacentes.

2.3.3 A galeria progressiva híbrida

Depois de analisar os tipos mais básicos de galeria progressiva, em linha reta e radial, serão abordados aqui alguns exemplares que combinam esses dois tipos de configuração, conformando o que chamamos de galerias progressivas híbridas, localizadas em sistemas espaciais já introduzidos nas duas seções anteriores.

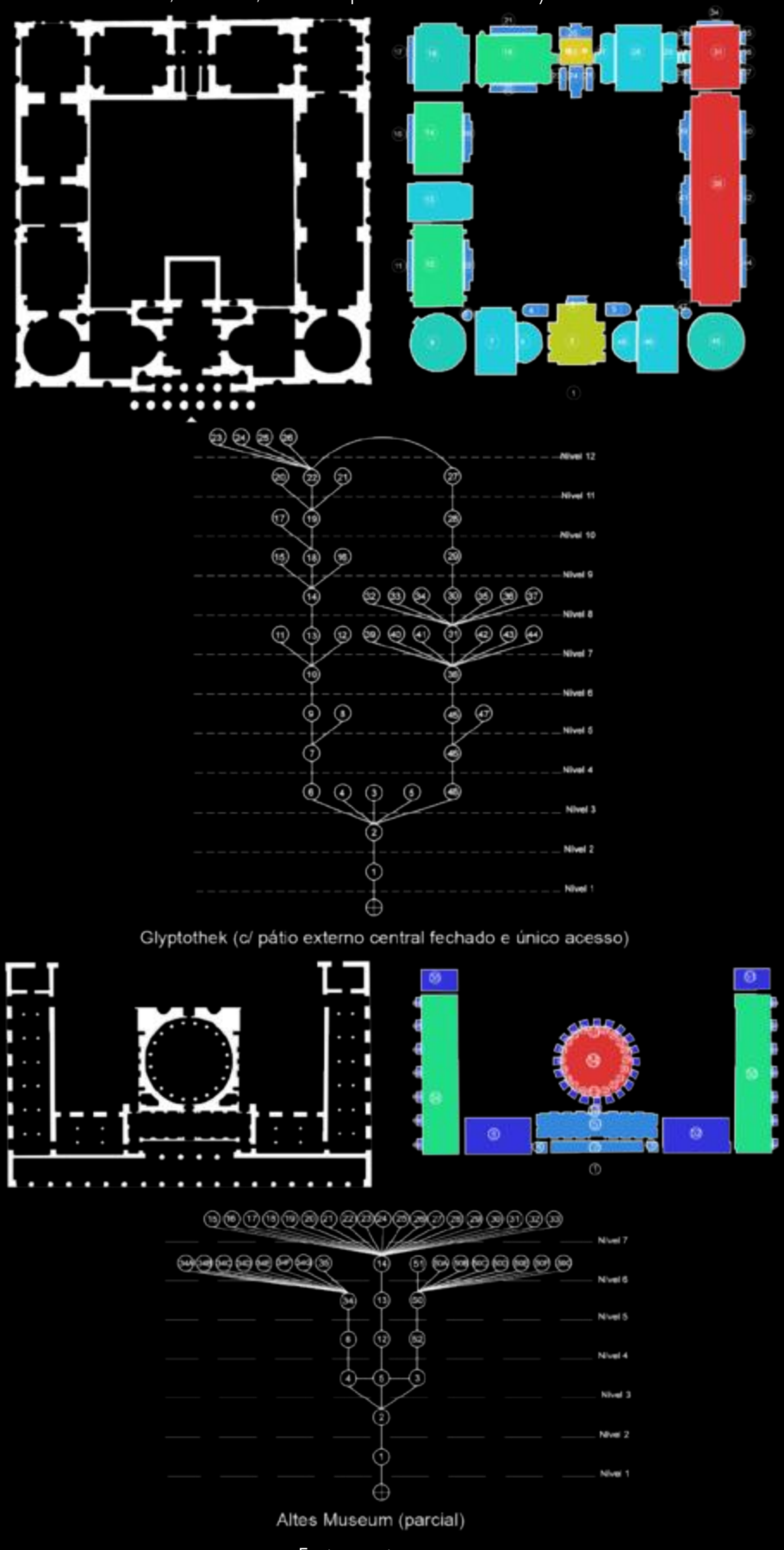
A Glyptothek (1815-30), em Munique, analisada parcialmente enquanto GP em linha reta, possuía dois acessos externos, ambos ao centro das alas na parte inferior e superior da planta. Por ser menor e mais ocasional, este último foi suprimido, mantendo-se apenas o acesso principal pela imponente colunata. Analisando o piso principal, percebe-se que a estrutura espacial é composta de um primeiro tronco, mais raso, de onde se dá o acesso, se bifurcando em dois percursos que se desenvolvem separadamente. Essa configuração poderia conformar o que seria uma organização do tipo árvore, contudo, esses dois caminhos conectam-se por uma quarta ala, que proporciona uma trajetória em loop, permitindo uma caminhada ininterrupta pelo leiaute da planta quadrangular com um vazio central, aqui fechado para analisar especificamente o espaço interno da galeria.

As quatro alas, individualmente, são espaços progressivos em essência, compostos por uma sequência de galerias sob a forma de gordos espaços convexos conectados linearmente em enfilade, permitindo duas opções de rota principais, em sentido horário ou anti-horário, que poderiam ser reduzidas a uma única possibilidade conforme recursos expográficos sejam utilizados para guiar a visitação em uma ou outra direção. Caso o pátio interno fosse ativado através da abertura das permeabilidades que o conectam a alas circundantes, essa situação seria alterada, contudo, por se tratar de uma área descoberta, optou-se pela análise da estrutura espacial interior (ver Figura 74).

O mapa axial nas alas da Glyptothek mostra longas linhas, porém, pouco conectadas, ratificando a condição linear e sequencialmente controlada nas galerias, com exceção do *foyer* de acesso, que é bem mais conectado aos espaços circundantes. Quanto à visibilidade, o mapa VGA ilustra uma experiência relativamente uniforme, com exceção dos nós centrais nos espaços circulares na parte inferior da planta e, mais ainda, na ala a sua direita, que, diferente das demais, é composta, além dos espaços-vértices, por um espaço convexo mais longo e contínuo margeado por cavidades menores, o que amplia a capacidade de intervisibilidade naquele ambiente e minimiza um pouco o controle visual nas outras duas alas, onde as galerias são menores e conectadas por passagens centrais mais estreitas.

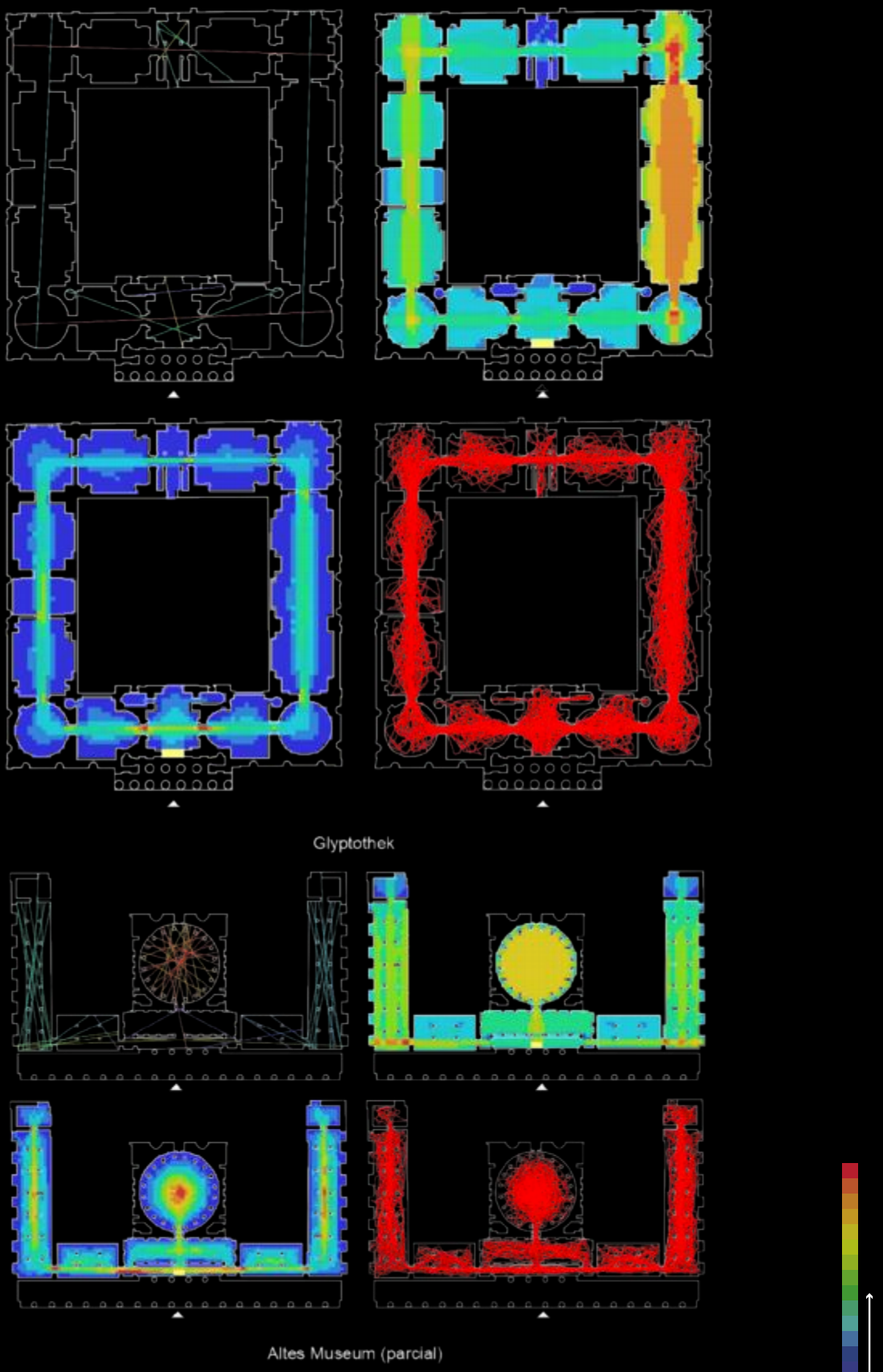
O mapa de portões simulados para agentes autômatos na Glyptothek, além de conexões entre o foyer de chegada e seus espaços adjacentes, demonstra pouco fluxo no eixo das galerias lineares. O mapa de percursos confirma essa condição e ilustra que poucos agentes se aproximaram das cavidades nas paredes laterais das galerias, com exceção do *foyer* de chegada e dos espaços circulares dos vértices inferiores da planta, repetindo o comportamento relativo à análise de uma ala isolada apresentado na seção que tratou de GPs em linha reta (ver Figura 74).

Figura 73: Plantas baixas resumidas, mapas convexos e grafos justificados de galerias progressivas híbridas (na parte superior, a Glyptothek e, na inferior, um leiaute parcial do Altes Museum).



Fonte: o autor.

Figura 74: Mapas axial, de visibilidade (VGA), de contagem portões e percursos de agentes autômatos em galerias progressivas híbridas (na parte superior, a Glyptothek e, na inferior, um leiaute parcial do Altes Museum).



Fonte: o autor.

Quanto ao Altes Museum (K.F. Schinkel, 1823-30), mantendo-se um acesso único na porção inferior central da planta, analisamos duas condições: com três das alas periféricas do leiaute (laterais e inferior) e rotunda e a configuração completa executada em 1830. A primeira condição revelou que a rotunda é o espaço com maior grau de conectividade devido aos vários nichos conectados ao espaço central. Os demais espaços tendem a ser longos e pouco conectados, conformando um sistema em árvore, com anéis apenas próximos ao acesso (ver Figura 73).

Em termos de eixos de movimento, ratificando a intenção do arquiteto de que a rotunda fosse um espaço de recepção, destaca-se a linha axial central, que, com alto grau de conectividade, atravessa o foyer de chegada e conduz o visitante a esse elemento circular central. Neste, por sua natureza concêntrica cuja barreira é composta por uma colunata com intercolúnios convertidos em nichos para estatuária, são gerados vários eixos de movimento, que, ali contidos, se entrecruzam ao centro do espaço. Outro eixo moderadamente conectado é o que atravessa toda a ala inferior, conduzindo o visitante às alas laterais, que, por sua vez, como foram tornados componentes sem saída nessa simulação, tanto os eixos de movimento como os espaços resultam com menor grau de conectividade (ver Figura 74).

A intervisibildade nesse leiaute amplia-se na junção entre as alas, quando o visitante pode vislumbrar, com exceção da rotunda (resguardada por uma pequena passagem de acesso), as alas circundantes, criando momentos contrastantes na experiência da visita, o que reforça a composição inspirada no museu projetado por J.-N-.L. Durand, de planta quadrangular, com alas periféricas e rotunda central. Respondendo a essa lógica compositiva, quanto à simulação com agentes, a maior quantidade de autômatos distribui-se ao longo dos eixos que atravessam as permeabilidades que conectam as três alas, além da rotunda, apresentando fluxos mais densos no centro dessa última e na ala inferior, que pode ser visualizado no mapa de percursos, revelando trechos mais densos nos referidos eixos (ver Figura 74). No leiaute completo do Altes Museum, o mapa convexo mantém-se relativamente semelhante ao anterior, com o maior grau de conectividade na rotunda, além da ala superior, que, agora acrescida ao leiaute, apresenta-se moderadamente conectada. Quanto à estrutura espacial geral, o sistema completo oferta mais opções de rotas, já que as galerias que margeiam a rotunda e intra-alas superior e inferior permitem percursos transversais (ver Figura 75). Contudo, o eixo de movimento mais conectado passa daquele que levava do acesso à rotunda (que continua com significante grau de conectividade, mas passa a atravessá-la) para a ala superior, resultado da configuração completa do museu, onde alas periféricas, rotunda e demais galerias, antes suprimidas, tornam-se interconectadas, o que converte um sistema, antes essencialmente progressivo, em um híbrido de GP e SP propriamente dito (ver Figura 76).

A maior intervisibildade passa da ala inferior à superior, ganhando novas unidades espaciais (também muito conectadas) nas permeabilidades acrescentadas entre a rotunda e as galerias intra-alas, o que torna a experiência visual mais diversificada nessa porção do leiaute, já que essas passagens ampliam a visibilidade do visitante através de portais específicos. Quanto à rotunda, o campo de visão mais privilegiado passa a concentrar-se em um eixo longilíneo, ao centro do leiaute, estendendo-se às alas delimitantes (ver Figura 76).

O movimento de agentes por portões se modifica bastante em relação à configuração parcial, com o maior número de autômatos circulando por unidades espaciais na porção central da galeria interna à direita da rotunda, resultado das permeabilidades entre esta e as alas circundantes. Comparando os padrões de percursos nas duas situações, estes são semelhantes, com trilhas espalhando-se por todo o leiaute de modo relativamente uniforme (ver Figura 76).

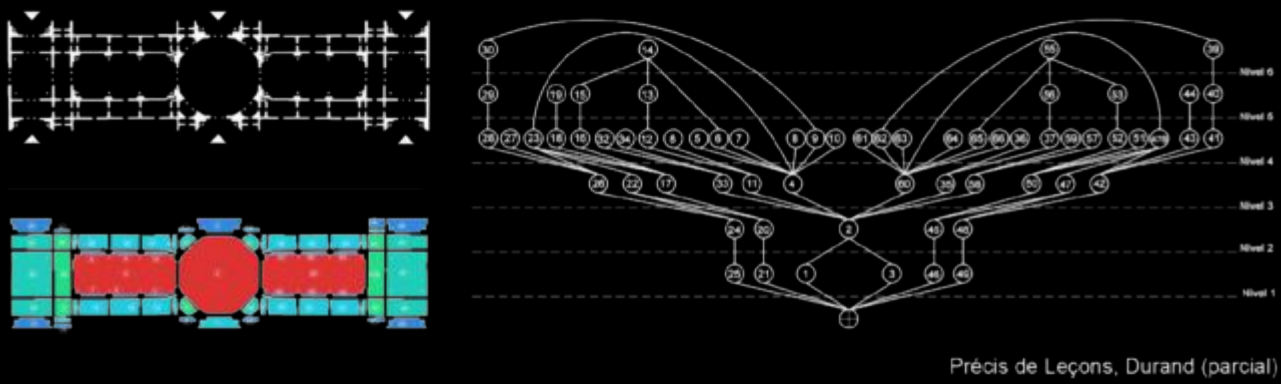
Voltando um pouco no tempo para a concepção de J.-N.-L. Durand (1802-09), analisada em apenas uma de suas quatro alas que conformariam a planta quadrada, tem-se um espaço que combina a GP em linha reta, acrescida de espaços adjacentes conectados entre si (em vez de apenas nichos), com a rotunda. Analisa-se apenas uma das quatro no intuito de investigar o quanto a experiência da visitação na galeria principal em termos de visão e movimento seria alterada apenas com a introdução de uma rotunda e, sobretudo, de galerias menores interconectadas (como será testado nas variações propostas no capítulo seguinte). Esse arranjo é diferente dos esquemas testados para o Altes Museum e Glyptothek, que ofertam a opção de circulação em loop como possível trajetória. O trecho escolhido é a porção central da cruz sobreposta à planta, que é acessado pelo exterior a partir de quatro pontos.

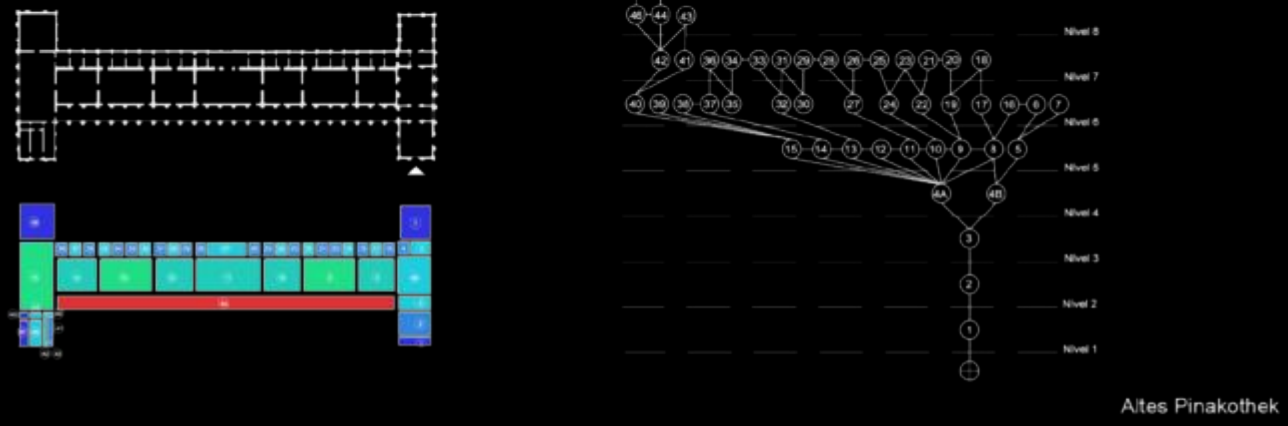
Quanto à partição convexa, os espaços mais longos e gordos no eixo principal são aqueles com maior grau de conectividade e mais integrados fisicamente. O grafo justificado revela uma organização simétrica em relação à rotunda, que, sobretudo com a presença galerias centrais (números 4 e 60 no mapa de espaços convexos), permitem que haja anéis de circulação e, consequentemente, mais opções de rota e possibilidades de encontros interpessoais durante a navegação (ver Figura 75).

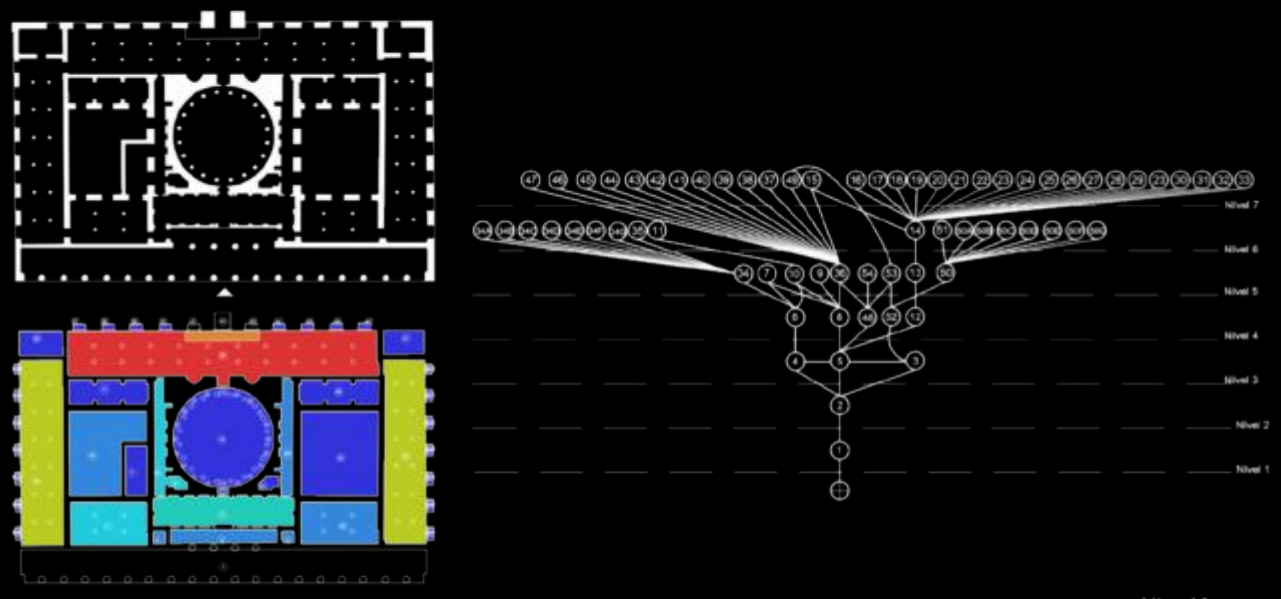
As linhas axiais mais conectadas coincidem com o eixo formado pelos referidos espaços convexos, indicando que se pode atravessar toda a extensão do leiaute claramente por sua porção central. O mapa VGA segue essa mesma lógica e ratifica a concepção de Durand, que pensou a rotunda como um local de reuniões, sendo o espaço mais visualmente integrado do sistema. Quanto ao movimento de visitantes, os portões que computaram um número maior de agentes foram aqueles localizados ao longo do eixo principal, nas conexões entre a rotunda e seus espaços imediatamente adjacentes, além de, com menor intensidade, no centro desta última. Essa condição é evidenciada com o mapa de percursos, no qual não foram detectados agentes aproximando-se de nichos adjacentes às galerias centrais, apenas penetrando pelas permeabilidades que conectam a galerias menores, laterais ao eixo central, porém, fluxos nesses locais são bem menos densos do que ao centro das galerias maiores (ver Figura 76).

Por último, retoma-se o sistema espacial da Altes Pinakothek (1826-36), que, segundo Giebelhausen (2011), com seu arranjo composto por distintos espaços expositivos (galerias maiores e menores para diferentes tipos de pintura a serem expostas) e disposição linear de galerias, tornou-se o diagrama típico para a galeria de pinturas do século XIX.

Figura 75: Plantas baixas resumidas, mapas convexos e grafos justificados de galerias progressivas híbridas (na parte superior, um leiaute parcial do museu concebido por Durand; no meio, a Altes Pinakothek e abaixo o Altes Museum).

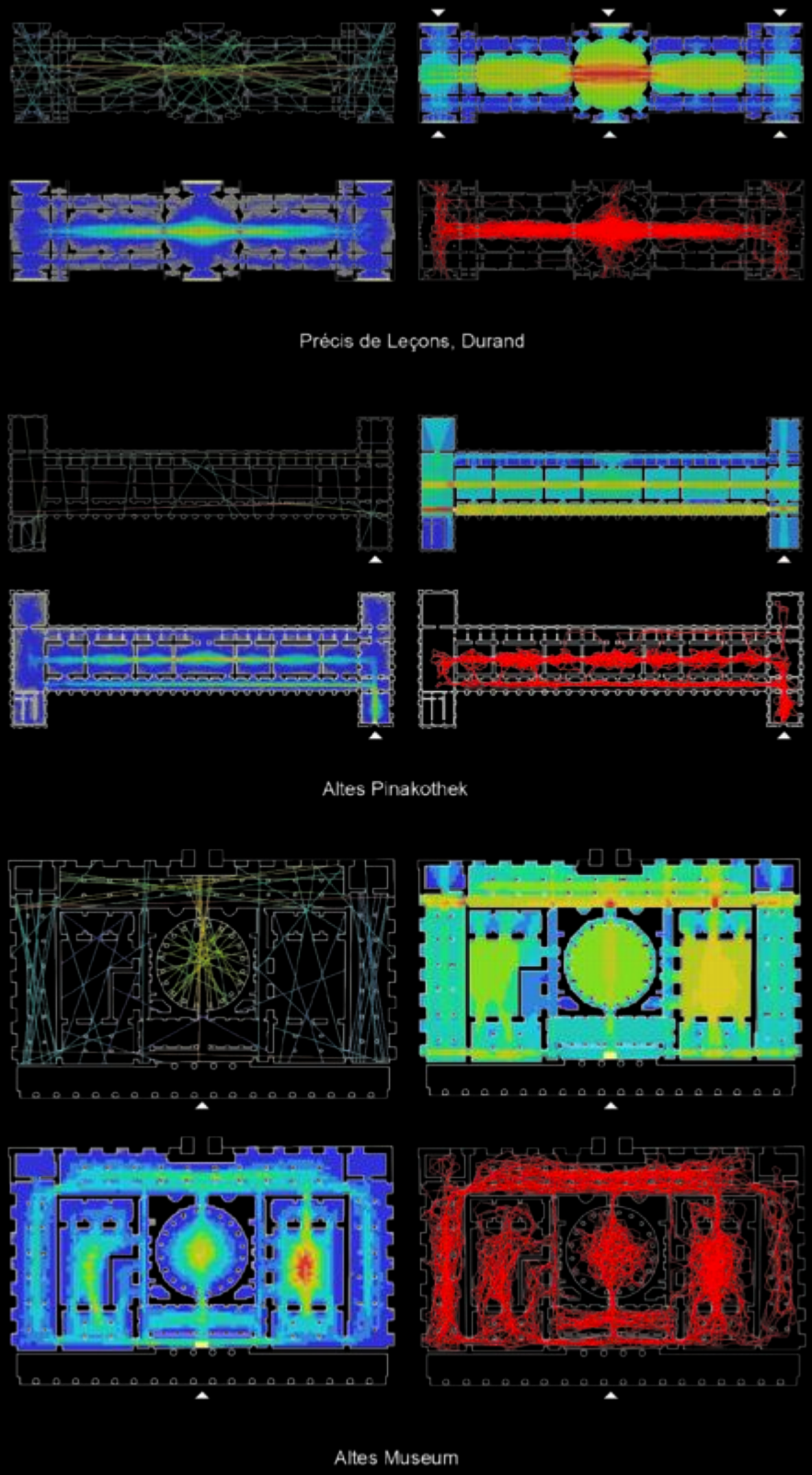






Fonte: o autor.

Figura 76: Mapas axial, de visibilidade (VGA), de contagem portões e percursos de agentes autômatos em galerias progressivas híbridas (na parte superior, um leiaute parcial do museu concebido por Durand; no meio, a Altes Pinakothek e abaixo o Altes Museum).



Fonte: o autor.

Considerando-se o piso principal, que é acessado na extremidade inferior direita da planta (em forma de "I" rotacionado em 90 graus), tem-se como espaço com maior grau de conectividade o corredor-galeria, cuja forma longilínea o conecta a várias galerias centrais do museu. Dentre os leiautes analisados, este é o que apresenta um maior número de anéis e possibilidades de rotas, portanto, nesse sentido, um dos menos deterministas (ver Figura 75).

No entanto, ao observar seu mapa axial, é no eixo central onde está a linha mais longa e conectada do sistema que permite atravessá-lo de uma extremidade à outra, assim como em uma típica GP em linha reta. Do mesmo modo, apesar da galeria longilínea lateral permanecer bastante integrada visualmente, o eixo central do museu oferece igual intervisibilidade, facilitando a navegação por aquele espaço. Nesse mesmo sentido, essa também é a localidade na qual o mapa de portões registrou um maior número de agentes trafegando, fluxo este que se dissipa à medida que se encaminha para as extremidades da planta, o que é representado nitidamente no mapa de percursos. Neste último, percebe-se que, mesmo que haja opções de rotas e anéis por entre as galerias principais e as menores, a maioria dos agentes se movimentou pelo eixo central da galeria, revelando a força e a influência que um espaço progressivo linear pode ter na experiência de navegação (ver Figura 76).

Com base nessas análises, poderíamos sintetizar as características sintáticas das GPs híbridas de acordo com os seguintes aspectos: com exceção da Alte Pinakothek (AP), há uma tendência das estruturas espaciais serem simétricas, mais profundas que os outros dois tipos de GP e, como combinam trechos desta e da SP, agregam a hierarquização da primeira aos anéis interconectados da segunda (a Glyptothek é o único caso com apenas um anel); quando há a presença de uma rotunda, os maiores graus de conectividade ocorrem nesses locais e, quando não, isto se dá nos espaços longilíneos, semelhantes às GPs em linha reta, condição que resulta, sobretudo, da presença de nichos nas barreiras delimitantes ou da interconexão com células espaciais menores e adjacentes a estes espaços; por serem sistemas mais complexos que os outros dois tipos, são multiaxiais, com as linhas mais conectadas geralmente acompanhando os eixos centrais dos espaços estruturadores ou, quando estas existem, perpassando a rotunda; são sistemas mais inteligíveis do que os outros dois tipos, já que os espaços mais conectados também tendem a ser aqueles com maior valor de integração (HH); no caso de leiaute com alas sequenciadas ao redor de um pátio ou similar, a maior intervisibilidade ocorre nas unidades espaciais nas conexões entre uma ala e outra, que ampliam o campo de visão mais contido quando se tem um arranjo em enfilade e, quando o sistema tem apenas uma ala resultante da combinação de espaços sequenciados com salas interconectadas (como na AP e no museu de Durand), a intervisibilidade é maior ao longo dos eixos centrais dos espaços estruturadores ou, caso esta exista, como no caso da proposta de Durand, na rotunda; por mais que haja interconexões entres espaços, os portões pelos quais passam mais agentes autômatos ocorrem no eixo das sequência de espaços convexos maiores e em enfilade de cada sistema (ou, quando estas são presentes, em suas rotundas), com exceção do leiaute completo do Altes Museum (AM), cujo generoso pátio interno interconectado às demais alas atrai o fluxo de visitantes; e, por último, assim como o comportamento visual, com exceção do leiaute completo do AM, onde

há uma distribuição mais equitativa destes, os percursos de agentes ratificam o potencial controle dos eixos longilíneos sobre os trajetos de visitantes.

2.3.4 Discussão dos resultados das análises nas galerias progressivas em linha reta, radial e híbrida

Visando comparar os exemplos de galerias progressivas apresentados nas três seções anteriores, foi construída uma tabela com base nos valores obtidos nas análises sintáticas realizadas. Os dados computados referem-se às propriedades primárias de estruturas espaciais normalmente consideradas em análises dessa natureza, que, numa aproximação inicial a esse conjunto como aqui desenvolvida, permite o entendimento da natureza espacial dos leiautes, discussão essa que será expandida no capítulo quatro, quando serão feitas variações com bases nesta avaliação inicial (ver Tabela 02).

Dessa forma, foram computados o número total de espaços convexos para cada exemplar estudado, seguido de sua conectividade relativa (RC), profundidade média (MD), grau de conectividade (C) e valor de integração (HH), estes dois últimos medidos com base nas permeabilidades físicas entre os espaços. Além disso, foi estabelecida a correlação entre C e HH, expressa como a inteligibilidade (R2), que pode servir de indicativo sobre o quão fácil é para um visitante navegar no leiaute em questão (CONROY, 2001). E, para concluir, foi aferida a conectividade visual por espaços convexos (CVC) dos leiautes, com base nas permeabilidades visuais medidas nos mapas convexos.

Os números de espaços convexos nas 15 galerias analisadas são bem distintos entre si. Aquela que apresenta uma maior quantidade de unidades (101) é a Grande Galerie do Louvre, na qual são considerados os rasos nichos das janelas que margeiam seus espaços expositivos principais. Uma vez desconsiderados esses elementos, a complexa rotunda do Musée de Beaux-Arts é o exemplar com maior número de espaços (72), seguida do Altes Museum em sua versão completa e do museu de Durand, respectivamente, com 68 e 65 espaços. Os casos com menor número de espaços são os exemplos de galerias progressivas puras mais remotos dentre os aqui analisados, a uniconvexa Sabbioneta e o Antiquarium, com apenas 3 espaços.

Especialmente quando se trata de sistemas de diferentes tamanhos, como é o caso aqui, pode ser mais relevante associar o número de espaços convexos a outras variáveis, como, por exemplo, o número de anéis, que, segundo AMORIM (1999), expressa o grau de anelamento de um sistema espacial, que, relativizado ao valor máximo de conectividade de um sistema do mesmo tamanho, responde à expressão $RC = c - (p - 1) / 2p - 5$, onde “RC” significa a conectividade relativa; “c”, o número de conexões no complexo e “p” o seu número de espaços convexos. O valores de RC variam de zero, em um grafo tipo árvore, a 1, valor máximo de anelamento de um grafo.

Por se tratarem de configurações que combinam características de GP e SP, as galerias híbridas, de um modo geral, apresentaram maior grau de anelamento ou CR, com valores sempre maiores que zero, porém, estes tendem a ser

baixos, como o maior valor encontrado na AP (RC=0,26), que também possui o maior grau de conectividade (C) dentre todos os exemplos. Porém, a maior RC dos quinze casos ocorre na GP em linha reta do Antiquarium, um sistema com apenas três espaços, mas que, juntos, conformam um único anel. Outro valor semelhante ao da AP foi detectado na GP em rotunda do Musée de Beaux-Arts (RC=0,23), que, conforme comentado anteriormente, é, na verdade, uma peculiar combinação da estrutura espacial de rotunda com aquela de salas interconectadas. As demais rotundas, exemplos clássicos desse tipo de arranjo, todas apresentam zero como valor de RC, uma vez que o número de conexões é sempre muito próximo ao número total de espaços convexos em cada complexo.

Como tratamos aqui de sistemas progressivos ou quase progressivos – incluindo 6 casos de galerias híbridas – esperava-se que o alto percentual (80%) de exemplares com baixos valores de RC fosse menor. Quase a maioria dos casos estudados (7 no total) exibiu valor RC=0 (Glyptothek parcial, os dois leiautes da Grande Galerie e as rotundas do Museo Pio-Clementino, do AM e de Durand) ou RC=.01 (Glyptothek completa), e mais 5 exemplares pontuaram menos que 0,1 (AP parcial, AM parcial e completo e o museu de Durand), demonstrando que há um determinismo – ou seja, um número de opções de rotas reduzido – subjacente a essas estruturas espaciais, levando à conclusão parcial de que a configuração progressiva prevalece sobre aquela de SP ou salas interconectadas.

Quanto ao grau de conectividade, a maioria absoluta dos espaços (67%) tem duas conexões, enquanto os exemplos com maior valor (3) estão nos intrincados sistemas de anéis da AP e na rotunda do Musée de Beaux Arts. Os leiautes com menores graus de conectividade são os mesmos com o menor número de espaços convexos (com exceção do AM), que, por sua vez, também são os sistemas espaciais mais rasos (MD varia de 1,0 a 3,69) e (à exceção do Antiquarium), em sua maioria, com valores RC=0. Dentre as seis galerias do tipo linha reta, o perfil geral é o mesmo, com quatro exemplares (também 67%) apresentando valor 2 e os demais, 1. Considerando os outros quatro casos de galerias híbridas, além da AP, todas têm um valor médio de conectividade de 2.0, portanto, localmente, as relações de adjacência espacial entre os componentes dos diferentes sistemas são semelhantes.

Analisando a integração (HH), a rotunda do Museo Pio-Clementino tem o valor mais alto (2.59), seguido da rotunda do AM (HH=2,04), enquanto os demais exemplares não atingem o patamar de 2.0 (o terceiro valor mais alto ocorre na Glyptothek parcial, HH=1,57). Os valores mais baixos estão no leiaute completo da Glyptothek, na AP parcial e na Grande Galerie sem nichos (respectivamente, 0,61, 0,69 e 0,71). Portanto, enquanto os maiores valores de HH foram detectados em rotundas, os menores estavam em galerias em linha reta, o que talvez se explique pela ausência de rotas específicas nos primeiros e pelo determinismo nos espaços longilíneos. Se isolarmos as galerias híbridas, aquela com maior valor de HH é o Altes Museum (1,27), reflexo do papel integrador da rotunda e das permeabilidades entre alas periféricas.

Para a avaliação da inteligibilidade (R2), com base na escala de significância de coeficientes de correlação estabelecida por Melton (1935), em seu estudo sobre problemas de instalações em museus de arte, adota-se a seguinte lógica

para as correlações obtidas: igual ou menor a zero – nenhuma; até 0,20 – insignificante; 0,21 a 0,39 – leve; 0,40 a 0,69 – moderada; 0,70 a 0,89 – pronunciada; 0,90 a 0,99 – muito pronunciada; e 1,0 – perfeita.

As galerias que apresentaram uma correlação perfeita (R2=1,0) foram os exemplos de leiautes puramente progressivos da Sabbioneta e do Antiquarium, o leiaute parcial da Glyptothek e a rotunda do AM. Os valores muito pronunciados ocorreram no Museu Pio-Clementino (R2=0,99) e na rotunda do museu concebido por Durand (R2=0,96). Os casos de R2 pronunciada deram-se no Musée de Beaux-Arts (R2=0,72) e no leiaute completo da AP (R2=0,755), já os valores moderados foram detectados no leiaute parcial da AP (R2=0,60), na Grande Galerie (GG) sem nichos (R2=0,5) e na Glyptothek completa (R2=0,44). Após esse patamar, tem-se ainda os casos de R2 leve, na GG com nichos (R2=0,21) e na versão com uma ala do museu de Durand (R2=0,365) e, por fim, com R2 insignificante, o AM com 3 alas e rotunda (R2=0,124) e em seu leiaute completo (R2=0,167) (ver Tabela 02).

Algumas características sobressaem nesse cenário. A primeira é a de que todos os casos de GPs radiais têm uma significância de R2 perfeita, muito pronunciada ou pronunciada, com um exemplo de caso de inteligibilidade máxima (R2=1,0 no AM), dois de muito pronunciada (Pio-Clementino e Durand) e 1 de pronunciada (Musée de Beaux-Arts). Dos seis exemplos de GPs em linha reta, três apresentam uma correlação perfeita (Sabbioneta, Antiquarium e Glyptothek), com dois casos de R2 moderada (AP parcial e GG sem nichos) e um exemplar de R2 leve (GG com nichos). Dentre as cinco galerias híbridas analisadas, apenas uma teve R2 pronunciada (AP completa), outra R2 moderada (Glyptothek) e, nos demais casos, um exemplo de R2 leve (Durand) e dois de valores insignificantes (AM completo e com três alas mais rotunda). Portanto, dentre os três tipos em questão, as GPs radiais tiveram média de valores de R2 mais alta (0,92), seguida daquelas em linha reta (0,72). Contudo, o maior número de casos de GPs com R2 perfeita ocorreu nas galerias em linha reta (ver Gráfico 08).

Outra característica é a de que, com base nos casos estudados, em estruturas espaciais híbridas, a inteligibilidade (R2) quase sempre diminuiu e, inversamente, aumentou em galerias em linha reta e radiais. As GPs com menores valores de R2 foram dois casos híbridos, o AM em suas versões com 3 alas e rotunda (R2=0,124) e completa (R2=0,167). À medida que os espaços nesses leiautes tornaram-se mais interconectados, mesmo que o maior grau de conectividade continuasse na rotunda, a adição de galerias (na porção central) e as novas permeabilidades entre elas e os demais espaços concorreram para um sistema, que, em seu todo, passou a ofertar mais opções de rotas.

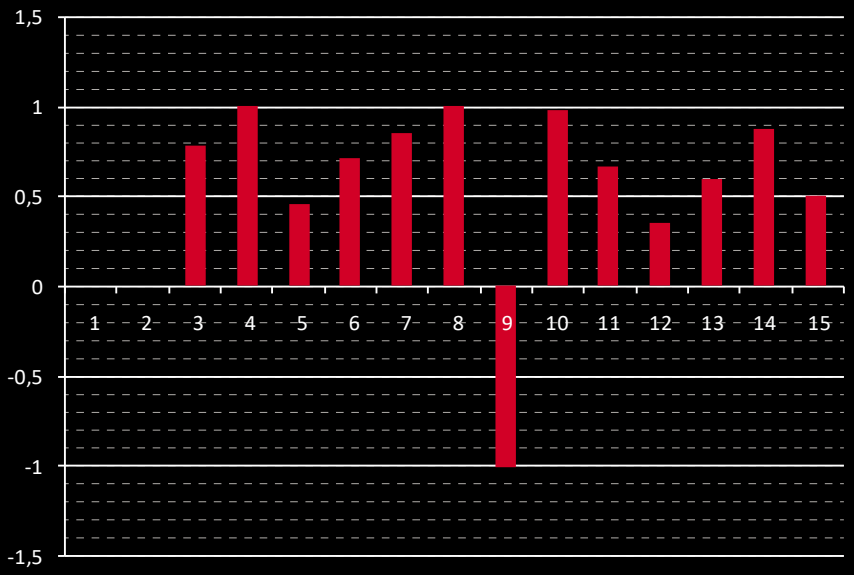
Uma terceira condição observada parece expressar uma relação inversa entre a inteligibilidade (R2) e a RC, medida associada ao grau de anelamento de um sistema espacial, cujos valores variam de 0,0 a 1,0. Todas as galerias com RC=0,0 foram aquelas com maiores valor de R2 (Glyptothek parcial, Museu Pio-Clementino, rotunda AM e o museu de Durand), portanto, quanto mais inteligível resultaram os casos estudados, menor anelamento apresentaram, o que ratifica a condição determinista desse tipo de estrutura. Por fim, outro aspecto relevante é que quase todos os valores

Tabela 02 - Análise sintática dos leiautes de GP em linha reta, radial e híbrida.

	Nome galeria	No. espaços convexos	Conectividade Relativa (RC)	Profundidade média (MD)	Grau de Conectividade	Integração (HH)	Inteligibilidade (R2)	Conectividade visual (CVC)
Em Linha Reta	Sabbioneta	1	-	1	1	-	0	1
	Antiquarium	3	1	1	1	-	1	2
	Alte Pinakothek (parcial)	14	0,08	3,44	2	0,69	0,607	3,76
	Glyphotek (parcial)	16	0	2,28	2	1,57	1	8,81
	Grande Galerie (c/ nichos)	111	1	4,3	2	1,32	0,21	1,6
	Grande Galerie (s/ nichos)	12	1	3,21	2	0,71	0,5	7,5
Radial	Musée des Beaux Arts	82	0,23	4,21	3	1,19	0,719	15,96
	Museo Pio Clementino	12	0	1,97	2	2,59	0,991	8,33
	Rotunda Altes Museum	22	0	1,9	2	2,04	1	15,59
	Rotunda Museu ideal (J.-N.-L.	11	0	2,4	2	1,17	0,967	6,72
Híbrida	Glyphotek	48	0,011	6,18	2	0,61	0,446	5
	Altes Museum (3 alas e rotunda)	46	0,0229	5,15	2	0,78	0,124	9,8
	Museu ideal (J.-N.-L. Durand)	65	0,072	4,86	2	0,96	0,365	7,13
	Alte Pinakothek	48	0,26	4,28	3	1,04	0,755	18,53
	Altes Museum	65	0,08	3,69	2	1,27	0,167	7,52

Fonte: o autor.

Gráfico 08 - Índices de inteligibilidade nas galerias progressivas históricas analisadas.



1- Galeria Sabbioneta
2- Galeria Antiquarium
3- Alte Pinakothek parcial
4- Glyphotek (uma ala)
5- Grande Galerie (com nichos de janelas)
6- Grande Galerie (sem nichos de janelas)
7- Musée des Beaux Arts
8- Museo Pio Clementino
9- Rotunda Altes Museum
10- Rotunda Museu ideal (J.-N.-L. Durand)
11- Glyphotek
12- Altes Museum (3 alas e rotunda)
13- Museu ideal (J.-N.-L. Durand)
14- Alte Pinakothek
15- Altes Museum

Fonte: o autor.

abaixo do patamar médio de MD dos sistemas analisados (média geral de MD=3,32) ocorreram em galerias com R2 perfeita ou muito pronunciada, o que lança a ideia de que talvez sistemas espaciais progressivos mais inteligíveis tendam a ser mais rasos, aspecto esse que merece ser revisitado na amostragem de um maior número de GPs a ser feita no quinto capítulo.

Outra medida aferida foi a de conectividade visual por convexos (CVC), que reflete o quanto um espaço permite que, mesmo que este não esteja diretamente conectado a outro por meio de uma permeabilidade física (ou seja, estando a um passo sintático de outro), a conexão pode dar-se visualmente. Essa característica espacial parece ser especialmente relevante para uma estrutura em enfilade típica, na qual, excluindo-se as conexões com cavidades ou deformações em suas barreiras delimitantes, os espaços convexos mais significativos (se assim consideramos aqueles mais gordos e longos) geralmente apresentam uma ou duas conexões com outros espaços semelhantes.

Dentre as galerias mais conectadas visualmente por espaços convexos (nove exemplares com valores entre 7,13 e 18,53), as de rotunda e híbridas dividem o mesmo percentual (44,5%), com apenas 1 caso em linha reta. Isolando o grupo com CVC mais alta, o maior valor está em uma galeria híbrida, a AP (CVC =18,53), seguida de duas rotundas (o Musée e o AM, respectivamente, 15,96 e 15,59). Quanto aos valores no patamar médio alto, tem-se 50% de galerias híbridas (AM parcial e completo, e o museu de Durand, com os respectivos índices de 9,8; 7,52 e 7,13), seguidas de 33% daquelas em linha reta (Glyptothek parcial, CVC =8,81 e Grande Galerie sem nichos, CVC=7,5) e apenas um caso de rotunda (o Museo Pio-Clementino, CVC =8,33). Já dentre os quatro valores mais baixos (entre 1,0 e 3,76), todos são galerias do tipo linha reta (AP parcial, Antiquarium, Grande Galerie com nichos e a Sabbioneta).

Esses valores, no geral, não parecem correlacionar-se bem com as demais medidas, a não ser pelo fato dos sistemas que obtiveram maiores valores de CVC (AP e o Musée de Beaux-Arts) coincidirem com aqueles de maior RC, o que, juntamente com a análise por tipo de galeria, apontou que todos os menores índices de CV aconteceram nas galerias em linha reta. Apesar de não ter sido identificada uma relação direta dessa medida com a inteligibilidade (R2), é válido observar que seis dos casos (40%) com valores de CVC abaixo da média (considerando a média geral de CVC=7,95), também apresentaram R2 insignificante ou leve. Portanto, até então, argumentamos que a relação entre essa medida e a progressividade deve ser algo a ser retomado no capítulo 5, no qual haverá uma amostragem maior de casos de GPs a serem analisados.

Voltando à seção 1.2 deste capítulo, que introduziu as características morfológicas essenciais da matriz espacial da GP, e contrastando-as com os resultados encontrados para as galerias antigas, pode-se dizer que, em geral, há uma consonância entre estes exemplares e os aspectos-chave levantados anteriormente. Quanto à predisposição à uniaxialidade ou um número de linhas axiais reduzido, em todas as galerias em linha reta nota-se claramente este atributo, ora plenamente, como no caso da Sabbioneta, ora em seus espaços expositivos mais relevantes, como no

Antiquarium ou na AP, com alguns casos marcados por apenas duas linhas, como no Louvre (versão sem os rasos nichos das janelas) e na Glyptothek (leiaute parcial). Se nas galerias em rotunda, por sua natureza geométrica circular, é impossível ter-se uma única linha que atravesse o espaço, nos exemplos híbridos, dá-se uma quase uniaxialidade nos espaços expositivos principais, como em três das quatro alas da Glyptothek, ou sempre há a possibilidade desses espaços serem perpassados por uma única linha longa e ativa (cor vermelho nos mapas axiais), como na AP e no AM.

A tendência à uniconvexidade ou uma partição convexa simplificada, outra propriedade apontada como típica à GP, também é algo recorrente nas galerias seminais, com destaque para a condição progressiva pura da Sabbioneta, composta por um único espaço convexo. De modo análogo à condição de uniaxialidade, os espaços mais significativos dos leiautes tendem a apresentar uma partição complexa simplificada, como no Antiquarium e nos leiautes parciais da Glyptothek e da AP. No caso do Louvre, se considerarmos sua longa extensão, a composição convexa é simples, com poucos espaços cobrindo os seus 402m de comprimento.

Enquanto a geometria das rotundas conforma sempre um espaço convexo central bem maior, nas galerias híbridas percebem-se poucos, porém, generosos (grandes e largos) espaços convexos, como no leiaute parcial do AM na AP e no eixo central do museu concebido por Durand. Já quanto à axialidade, tendem a apresentar poucas linhas axiais em seus espaços estruturadores (tipo GP), geralmente uma longa ala/galeria periférica ou galeria central.

Quanto à alta inteligibilidade (R2) de campos visuais predominantes, outro aspecto que se argumentou comum à GP, como base nos dados obtidos, pode-se dizer que, em geral, as galerias estudadas têm boa R2 – e como vimos anteriormente, à medida que a estrutura espacial de uma GP tornou-se híbrida, a R2 diminuiu – com dez exemplares (67% do total de 15 casos) com valor igual ou maior que 0,50, patamar para um espaço inteligível (HILLIER; HANSON, 1984). E dentre esses últimos, sete (ou 78%) apresentam índices acima de 0,70, o que concorre para uma significância de correlação entre pronunciada à perfeita.

Por fim, também foi detectada uma excelente performance dessas galerias históricas quanto à concentração de ocupação e movimento ao longo de um eixo central orientado segundo a própria geometria da galeria, uma vez que os mapas VGA de quase todas mostram claramente uma maior intervisibilidade em um eixo longilíneo, que coincide com o papel estruturante do espaço no qual esse eixo se encontra no leiaute.

Com exceção da AP parcial, cujo eixo longilíneo estruturador é moderadamente conectado visualmente (tom amarelo no mapa VGA), todas as demais galerias em linha reta aferidas apresentam componentes desta natureza com unidades espaciais de maior intervisibilidade. O mesmo acontecendo em todos os casos de galerias rotunda, onde seus espaços circulares centrais garantem tal condição. Nos sistemas híbridos, assim como o aspecto da tendência à uniconvexidade ou quantidade reduzida de espaços convexos, essa propriedade é percebida pelo menos em uma das alas dos leiautes analisados.

Retomando dois dos tipos de circulação apontados por Tzortzi (2015) – sequência única de espaços e variações nessa sequência única que permitem mais escolha de rotas –, uma vez feita a descrição morfológica dos tipos de GP, chama a atenção que dentre os 15 leiautes estudados, 8 apresentam baixos valores de HH (HH=0,61 a 1,04), sendo quatro do tipo GP em linha reta (Sabbioneta e Antiquarium (HH =1,0); GG sem nichos (HH=0,71); AP parcial (HH=0,69)) e quatro do tipo híbrida (AP completa (HH=1,04); museu Durand (HH=0,96); AM com 3 alas e rotunda (HH=0,78); e Glyptothek (HH=0,61)). Quatro casos têm valores altos de HH, dois do tipo linha reta (Glyptothek parcial (HH=1,57) e GG com nichos (HH = 1,32)) e dois outros radiais (Pio-Clementino (HH =2,59) e rotunda do AM (HH = 2,04)), com ainda três casos cujos valores de HH são médios, dois exemplos radiais (Rotunda Durand (HH =1,17) e Musée de Beaux-Arts (HH = 1,19)); e um de galeria híbrida, o AM completo (HH = 1,27). Como não foi identificada uma relação direta entre progressividade e HH, trata-se outra relação a ser melhor investigada na amostragem maior do capítulo cinco.

Um caso que pode esclarecer sobre a escala de valores é a Glyptothek. Analisada em sua completude, é uma GP híbrida de rotunda e linha reta, com baixo valor de HH (HH =0,61) por apresentar uma limitação de oferta de rotas (sentido horário ou anti-horário), valor que aumenta (HH=1,57) quando, ao isolar-se uma de suas alas, cada espaço torna-se mais raso em relação a todos os demais.

Já na GG do Louvre, apenas pela diferenciação do seu leiaute com e sem nichos laterais, percebe-se que a integração (HH) é reduzida quando as cavidades são suprimidas (HH=1,32 no leiaute com nichos a 0,71 na opção sem nichos). No leiaute com nichos, ainda que sutilmente, há mais variação das rotas, o que afeta positivamente o valor de integração (HH). Neste arranjo, o grau de conectividade dos espaços na galeria central aumenta bastante, sem que isso afete a profundidade do sistema de modo significativo (apenas um nível a mais). A questão da presença de cavidades nas paredes laterais será examinada mais adiante, tanto quando observarmos o comportamento de visitantes em nichos no MG como nas variações de GPs criadas.

Se em estruturas espaciais mais deterministas (como a Glyptothek), conforme apontamos aqui, excetuando um exemplo uniconvexo, um dado espaço tende a ocupar uma posição mais profunda em relação ao sistema como um todo, numa rotunda, onde o espaço convexo principal posiciona-se como mais raso em relação a todos os demais, isso pode ser indicativo da probabilidade de pessoas estarem mais frequentemente nesse espaço do que em outro, portanto, terem mais chances de se encontrar (e socializar) com outras, o que é ratificado pela identificação dos dois maiores valores de HH em galerias radiais (HH=2,59 no Museo Pio-Clementino e HH=2,04 no AM).

É importante observar estas relações iniciais porque, se quisermos começar a estabelecer associações entre medidas sintáticas e o teor de progressividade de espaços expositivos, uma vez considerando o determinismo como uma característica comumente atrelada a eles, poderíamos dizer que parece haver uma relação negativa entre integração (HH) por permeabilidade física e o caráter progressivo. Mesmo considerando que a amostragem poderia ter sido maior (caso

essas galerias históricas fossem o objetivo central desta tese), quanto mais deterministas foram os exemplos estudados, ou seja, menos possibilidades de rota ofertaram, foi detectada certa tendência a menores valores de integração (HH).

Outros aspectos que devemos notar dizem respeito à profundidade média (MD), conectividade (C) e inteligibilidade (R2) e sua relação com a GP enquanto uma estrutura com sequência única de espaços ou variações nesta sequência. Mesmo que, nos casos analisados, a MD de um sistema não tenha necessariamente a ver com sua progressividade – afinal, a Sabbioneta e o Antiquarium são rasos (ambos com MD=1,0) – quando ele se torna mais complexo, sistemas mais rasos tendem a ser mais progressivos. Como ocorre no leiaute completo da AP, em que há progressividade com variações na sequência única de espaços, com mais oferta de destinos, mesmo que não se altere a profundidade geral do sistema (MD=4,28), o aumento da conectividade pode diminuir a progressividade no sentido de que torna a experiência de visitação menos determinista, seja por nichos terem sido introduzidos, seja pela inclusão de anéis. Ou seja, quanto maior o número de anéis, maior a possibilidade de construção de rotas alternativas e, portanto, menor a determinação de uma única rota de visitação.

Quanto à inteligibilidade (R2), como comentado, à medida que a estrutura espacial de uma GP tornou-se híbrida, a R2 diminuiu. As galerias radiais e em linha reta apresentaram as correlações mais fortes. Desta forma, seguindo a lógica do que foi detectado na maioria dos casos, esses tipos de galeria tenderiam a ter mais progressividade. Ao relacionarmos esse resultado com os critérios anunciados na matriz espacial que esboçamos anteriormente – tendência à uniconvexidade, campos visuais predominantes inteligíveis e ocupação e movimento orientados conforme a geometria da galeria –, a progressividade nas rotundas talvez esteja fortemente atrelada à deformação de suas barreiras delimitantes, que ora ganham permeabilidades que as conectam a outras salas ou convertem-se em nichos expositivos.

Quando essas cavidades são (metricamente) mais largas e rasas, permitem nós com maior intervisibilidade, não só no centro do espaço, mas nos próprios nichos. Através dos experimentos realizados, entendemos que as rotundas, em si, não oferecem uma sequência única de espaços, à medida que os visitantes, mesmo que tendam a se concentrar mais nos espaços centrais, como simulado na análise dos autômatos, não seguem uma rota única. O que pode vir a gerar um maior ou menor determinismo nesses percursos é justamente a relação entre o espaço convexo predominante (maior e mais gordo, geralmente em direção ao centro geométrico do espaço) e suas barreiras delimitantes, afinal, como aconselhou Wright, "Cuide das terminações e o centro tomará conta de si mesmo" (WRIGHT, 1955 *apud* McCARTER, 2016, p. 77, tradução nossa).

Com base nos resultados e discussões aqui apresentados, poderíamos sintetizar a relações entre algumas das medidas sintáticas aferidas e o teor de progressividade dos sistemas espaciais da seguinte forma: menores valores de RC (zero ou próximo a zero) indicariam maior progressividade e menor MD poderia ser indicativo de maior progressividade; menores valores de integração (HH) seriam compatíveis com uma maior progressividade; uma correlação (R2) mais

forte entre grau de conectividade e integração (HH) resultaria em uma maior progressividade; e, por fim, uma maior CV poderia apontar para uma menor progressividade.

Em relação às características espaciais conformadoras da matriz espacial de GP, lançadas anteriormente, as análises confirmaram que GPs têm uma predisposição à uniaxialidade ou reduzido de número de linhas axiais, que tendem à uniconvexidade ou à partição convexa simplificada; seus campos visuais predominantes estão relacionados a uma alta inteligibilidade (R2) e que facilitam a concentração de ocupação e de movimento ao longo de um eixo central orientado conforme a geometria da galeria.

No capítulo subsequente, abordaremos dois casos de GP no século XX concebidas por mestres da arquitetura moderna: o Museu do Crescimento Ilimitado, por Le Corbusier, e o Solomon R. Guggenheim Museum, por Frank Lloyd Wright. Ambos os casos já foram apontados largamente na história da arquitetura como importantes exemplos no conjunto da obra dos dois arquitetos, contudo, há pouquíssima informação aferida sobre as configurações espaciais de ambos os casos, e, menos ainda, acerca de sua condição enquanto espaços expositivos de caráter progressivo.

3.

PROGRESSIVIDADE EM DOIS ESTUDOS DE CASOS: MUSEU SOLOMON R. GUGGENHEIM (MG) E MUSEU DO CRESCIMENTO ILIMITADO (MCI)

3 PROGRESSIVIDADE EM DOIS ESTUDO DE CASOS: MUSEU SOLOMON R. GUGGENHEIM (MG) E MUSEU DO CRESCIMENTO ILIMITADO (MCI)

Uma vez tendo contextualizado historicamente e analisado morfologicamente a galeria progressiva (GP), neste capítulo serão abordados dois casos emblemáticos deste tipo de espaço expositivo, os quais, defende-se que, além de importantes marcos de museus modernos, consistem em aplicações muito claras deste tipo de configuração na qual a experiência do visitante é predeterminada pelo modo como os espaços expositivos são estruturados. Em ambos os casos aqui tratados, os arquitetos partiram de um arranjo espiralar como mola mestra deste sistema, ainda que tenham levado a formas arquitetônicas bem distintas.

Apesar de serem exemplares, via de regra, citados em compêndios sobre arquitetura moderna e sobre as obras individuais de seus autores, além de constarem em várias publicações sobre museus, são raras as abordagens sintáticas sobre os mesmos, mais ainda, quando se trata de uma comparação do ponto de vista configuracional entre estes, sobretudo quanto à natureza progressiva de seus espaços. Portanto, entende-se como importante tentar preencher esta lacuna, dando início, ao mesmo tempo, à discussão dos casos no contexto do tipo de espaço expositivo objeto desta tese.

3.1 As Implicações da concepção em espiral de Le Corbusier

> "Tomar posse do espaço é o primeiro gesto das coisas vivas ... A ocupação do espaço é a primeira prova de existência." (LE CORBUSIER, 1948, p. 71, tradução nossa)

Segundo McClellan (2008), durante as décadas de 1920 e 1930, a oposição à arquitetura palacial de museus tornou-se o mantra curatorial, o que é ilustrado no discurso, de 1924, de Richard Bach, do Metropolitan Museum of New York, quando o então curador, parafraseando a casa como "a máquina de morar", de Le Corbusier, proclama que museus deveriam tornar-se "máquinas educacionais de serviço [...], deveriam ser admirados mais por dentro, por seu conteúdo, do que por fora, por sua aparência", complementando que "a última ideia a ser associada a museus deveria ser a de monumento" (BACH, 1924 *apud* McCLELLAN, 2008, p. 72, tradução nossa).

Não se sabe ao certo, mas é possível que o protesto de Bach tenha ecoado na Europa e em Le Corbusier, que, em carta de 8 de dezembro de 1930 a Christian Zarvos, criador dos Cahiers d'Art, pioneiro jornal literário e artístico francês surgido em 1926, escreve sobre seu projeto para o Museu do Crescimento Ilimitado (MCI): "O museu se ergue em algum subúrbio de Paris, situado no meio de um campo de batatas ou beterraba. Se o sítio é magnífico, tanto melhor. Se for feio e entristecido pela evolução das rodas dentadas das chaminés das fábricas. Não importa [...]" (LE CORBUSIER, 1929-1934, p. 72 *apud* MOOS, 1988, p. 100, tradução nossa).

Na verdade, antes disso, no jornal *L'Esprit nouveau*, publicado de 1920 a 1925 por Le Corbusier em conjunto com o

artista Amedée Ozenfant, foi lançada uma provocação pública centrada na pergunta " O Louvre deve ser queimado?" (LE CORBUSIER, 1925 *apud* COHEN, 2012). O contexto era o da Exposição de Artes Decorativas e Industriais Modernas, acontecida em Paris (abril-outubro, 1925), quando o arquiteto defendia, em vez daquele tipo de museu, "um verdadeiro museu, que tudo contivesse, que pudesse apresentar um retrato perfeito do passar do tempo, depois da destruição do tempo (e como este sabe destruir bem!, tão bem, de modo tão completo, que quase nada sobra, exceto por objetos de forte presença, de grande vaidade, de grande luxo)" (LE CORBUSIER, 1925 *apud* COHEN, 2012).

Dois aspectos parecem estar nas entrelinhas dessas declarações do mestre franco-suíço. O primeiro e mais óbvio é o de que o sítio de inserção não importa e que o artefato por si só remediaria a feiura de um local ou estaria em harmonia com sua eventual beleza. Em consequência, o segundo e menos direto ponto aponta para um artefato independente (ao menos esteticamente), levando à possível pista de que o interior seria mais importante do que a fisionomia exterior, o que, por sua vez, poderia sugerir que sua concepção estaria melhor associada à ideia de um sistema de partes organizadas em torno de si mesmas do que à materialização enquanto marco na paisagem hipotética.

Essas deduções encontram respaldo no texto do curador Ludwig Glaeser, que abre o catálogo da exposição "Architecture of Museums" (MoMA, 1968): "a caixa mágica de Le Corbusier é talvez o termo mais apropriado para todos aqueles museus que exploram, como seus antecedentes classicistas, as formas cúbicas sugeridas pelo tipo edilício introvertido" (Museum of Modern Art, 1968, p. 3, tradução nossa). Do mesmo modo, percebe-se clara associação com a fala do próprio arquiteto:

> O problema da ampliação de edifícios é uma tarefa do nosso tempo, para a qual, até agora, nenhuma solução foi encontrada. Uma série de estudos ao longo de um período de dez anos levou a um resultado notável: padronização completa dos elementos estruturais: uma coluna; uma viga; um elemento de teto; um elemento para iluminação natural diurna; um elemento para iluminação noturna. A totalidade é definida de acordo com a Seção Áurea e permite um número ilimitado de combinações harmoniosas (LE CORBUSIER, 1946, p. 16, tradução nossa).

Situando o projeto do MCI no contexto geral da obra de Le Corbusier, o acadêmico Stanislaus von Moos afirma que um dos paradoxos nos seus projetos é a relativa independência que as formas desenvolvem em relação aos propósitos específicos a que servem, acrescentando que pouco mais de três ou quatro temas (ou funções) levaram a tipos arquitetônicos definidos: o módulo de habitação (caixa), o museu (espiral), o estádio (vaso) e, até certo ponto, a assembleia (triângulo)" (MOOS, 1998, p. 102, tradução nossa).

O MCI exemplifica o tipo de espiral apontado por Moos e a GP. No MCI, tem-se um esquema conceitual que se encaixa em "um conjunto de projetos conhecidos como museus em espiral, nos quais Le Corbusier e sua equipe trabalharam entre 1929 e 1965. O MCI, de 1939, vem após uma década de pesquisas do arquiteto sobre este 'protótipo', em que uma forma de espiral quadrada é usada como um plano" (MOULIS, 2007, p. 137, tradução nossa). Três museus com

espiral acabaram sendo construídos (Tóquio, Ahmedabad e Chandigarh), outras quatorze espirais permaneceram apenas em conceito, mas nenhuma concentrou-se especificamente na possibilidade de crescimento ilimitado, como no caso aqui abordado.

Concebida para Philippeville, na Algéria (1939), a planta de forma espiralar do MCI (COLOMINA, 2009), com divisórias internas passíveis à mobilidade, acomodaria a necessidade de crescimento da estrutura, e, sobreposta a um padrão em cruz, aumentaria a possibilidade de trajetórias. O esquema proposto parece em sintonia com o espírito da época no âmbito de novos conceitos para museus, conforme registrado em conferência ocorrida em Madri, em 1934, quando a comunidade museológica foi unânime em clamar por um novo tipo de museu, que fornecesse o máximo possível de flexibilidade de paredes e iluminação, e que suprimisse toda decoração desnecessária (McCLELLAN, 2008).

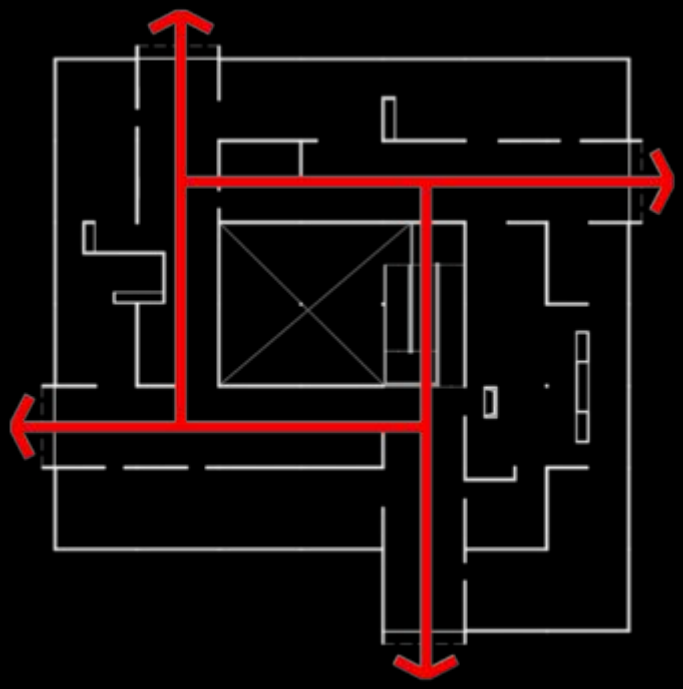
Esse modelo seria revisitado outras vezes por Le Corbusier: no projeto centro cívico de Saint-Dié (1945); em Ahmedabad, na Índia, onde foi construído entre 1952 e 1956; na versão híbrida de espiral e suástica do Museu Nacional de Arte Ocidental (construída em Tóquio), que incluía um pavilhão para exposições temporárias e um edifício para experimentos teatrais; no projeto do Centro de Arte Internacional, em Erlenbach, próximo a Franfurt; em Chandigarh (1964 a 1968); e, finalmente, no Museu para o Século XX (1965), na França, que não foi executado.

De uma forma geral, o conceito do edifício espelha o interesse de Le Corbusier na apreciação peripatética da arquitetura através do caminhar, que já tinha explorado, por exemplo, na Vila Savoye. Assim como neste último, todo o edifício ficaria sobre pilotis e sua entrada principal seria localizada no centro da espiral, a partir da qual os espaços expositivos se desenvolveriam com o potencial para crescerem ilimitadamente (COLOMINA, 2009).

A planta baixa, resultante da combinação das formas espiral e cruz (suástica), em sua totalidade, seguia a lógica da Seção Áurea, potencializando um número incalculável de combinações. Enquanto a forma da espiral propriamente dita fazia-se presente de modo mais evidente na configuração da rampa, e depois no percurso das galerias, a cruz assumia a forma de quatro eixos (como em um cata-vento) sobrepostos à primeira (MOULIS, 2003, p. 138). A modulação da planta partia de um elemento de 7m largura e 4,5m de altura – um módulo galeria linear – que o arquiteto acreditava facilitar uma iluminação perfeita e uniforme nas paredes laterais circundantes à rampa (ver Figuras 77 e 78).

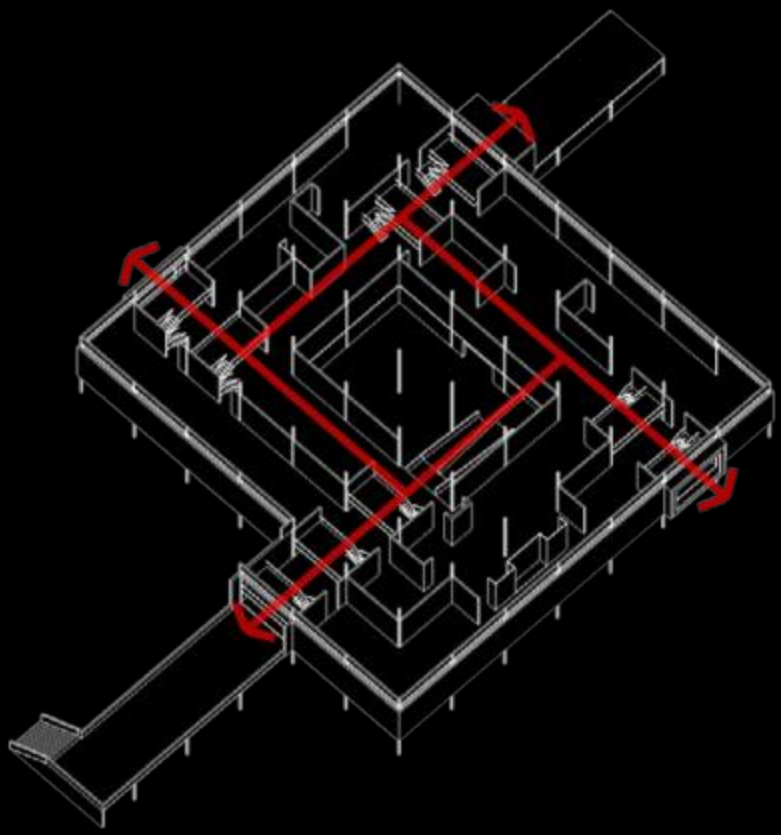
Esses elementos espaciais eram envoltos por um quasi cubo sobre pilotis (de aproximadamente 49m de lado), acessado a partir de uma entrada no térreo, que encaminhava os visitantes diretamente ao ponto central da planta, um átrio aberto contendo uma rampa, que, nas palavras de Corbusier, era “um verdadeiro salão de honra, destinado a abrigar várias obras-primas” (LE CORBUSIER, 1946, p. 16, tradução nossa), de onde as pessoas eram levadas às galerias no piso superior e principal.

Figura 77: Sistema de circulação em catavavento sobreposto à espiral no piso superior, planta elaborada com base em LE CORBUSIER, 1946.



Fonte: ROLIM, AMORIM e JABORANDY, 2018, p.7.

Figura 78: Sistema de circulação em catavavento sobreposto à espiral no piso superior, modelo digital elaborado com base em LE CORBUSIER, 1946.



Fonte: ROLIM, AMORIM e JABORANDY, 2018, p.7.

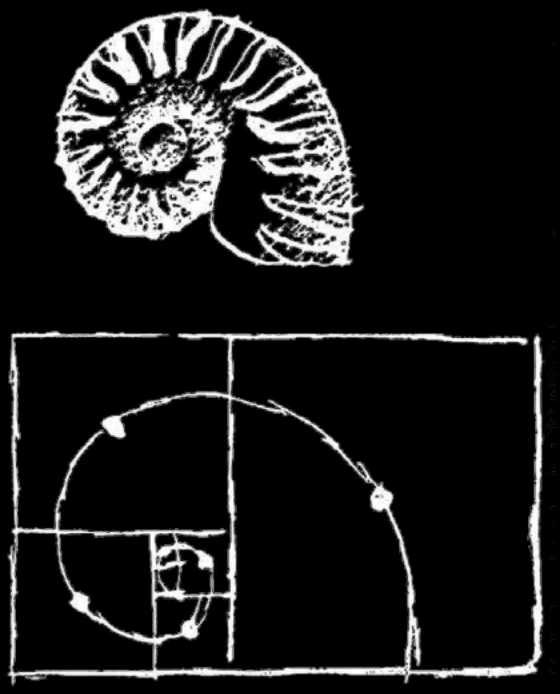
Projetado sem uma fachada principal, o MCI, assim como a Villa Savoye (1928-31), o Hospital de Veneza (1964-65) e o Museu Nacional de Arte Ocidental (1957-59), era acessado por baixo, pelo pilotis, e ilustra a ênfase do arquiteto na estrutura modular, que, conforme Psarra (2018, p. 184, tradução nossa), "funde a ideia do desenvolvimento evolutivo da cidade com a lógica acumulativa que produz [...] a futura expansão do edifício". Segundo a autora, o arquiteto sempre buscou inspiração na arquitetura clássica e incorporou a matemática e proporções em seus edifícios, como no caso em questão, no qual combina o ideal clássico das proporções com um sistema natural, que é o da espiral.

A espiral logarítmica foi descrita pela primeira vez por Descartes (século XVII) e, mais tarde, investigada por Jacob Bernoulli (século XVIII), que a chamou *spiramirabilis* (ou espiral maravilhosa). A partir disso, Thompson (1992, p. 172, tradução nossa) definiu a espiral como "uma curva que, continuando, a partir de uma dada origem, a aumentar o seu raio, simultaneamente diminui a sua curvatura, à medida que de tal ponto se afasta", além disso, seu processo típico é permitir um aumento do volume da forma, sem alteração notória das suas regras de crescimento. Por esse motivo, segundo Costa (2014), insere-se numa categoria chamada gnomónico (palavra de raiz grega que significa "o que indica" ou "que dá para saber"), anteriormente referenciada por Aristóteles por possuir a propriedade específica de ampliar sem sofrer nenhuma alteração durante seu crescimento.

É comum encontrar-se na literatura a associação entre a forma espiral do MCI (e de outros projetos em espiral de Le Corbusier) e a forma de concha. Segundo Cook (1914), na natureza, a concha é o mais perfeito exemplo de espiral. A curva da concha *nautiluspompillius*, conforme estudos e exames geométricos do naturalista Canon Moseley, é essencialmente logarítmica, já que as espirais aumentam de largura em uma série sucessiva exata, sendo cada uma delas um múltiplo seguindo uma certa proporção. De acordo com o mesmo autor, devido à curva logarítmica, a casca da concha não poderia possuir outra forma que não fosse a espiralar, sendo produzida pela revolução do perímetro da figura formada pelo eixo da concha. No caso da *nautilus*, o animal que habita a concha empurra o opérculo (estrutura anatômica que encerra a concha) para a frente para depositar matéria adicional ao longo da sua margem inferior, o que faz com que a elipse que gira em torno do seu eixo menor aumente em progressão geométrica, sem nunca mudar sua forma (COOK, 1914).

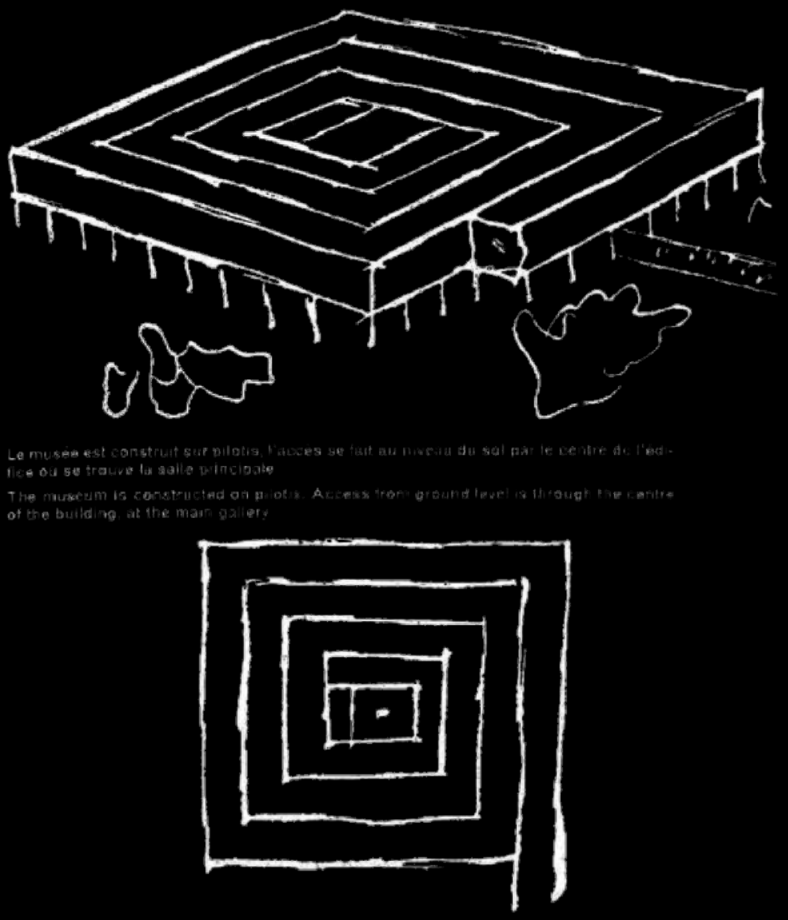
Acadêmicos frequentemente concentram-se na analogia gráfica entre a forma do MCI e as formas espirais na natureza e na matemática, sobretudo a concha *nautilus*, ilustrada, inclusive, junto a um esboço sobre o retângulo áureo, no início da conceituação do MCI, no compêndio *Ouevre Complète* (1946), de Le Corbusier. Contudo, mesmo tendo abordado aqui a lógica deste elemento natural – que, de fato, coincide com a forma geral e planta baixa do piso principal no MCI –, concordamos com o argumento de Moulis (2002) de que a espiral na obra de Le Corbusier é muito mais um dispositivo gerador do que uma resposta à questão formal/plástica, aspecto, segundo o autor, amplamente ilustrado nos desenhos do arquiteto para vinte projetos, de padrões e esquemas de circulação em planta, representados através de linhas desenhadas à mão livre para testar possíveis trajetórias de movimento (ver Figuras 79 a 82).

Figura 79: Concha *nautiluspompillius* e esboço do retângulo áureo.



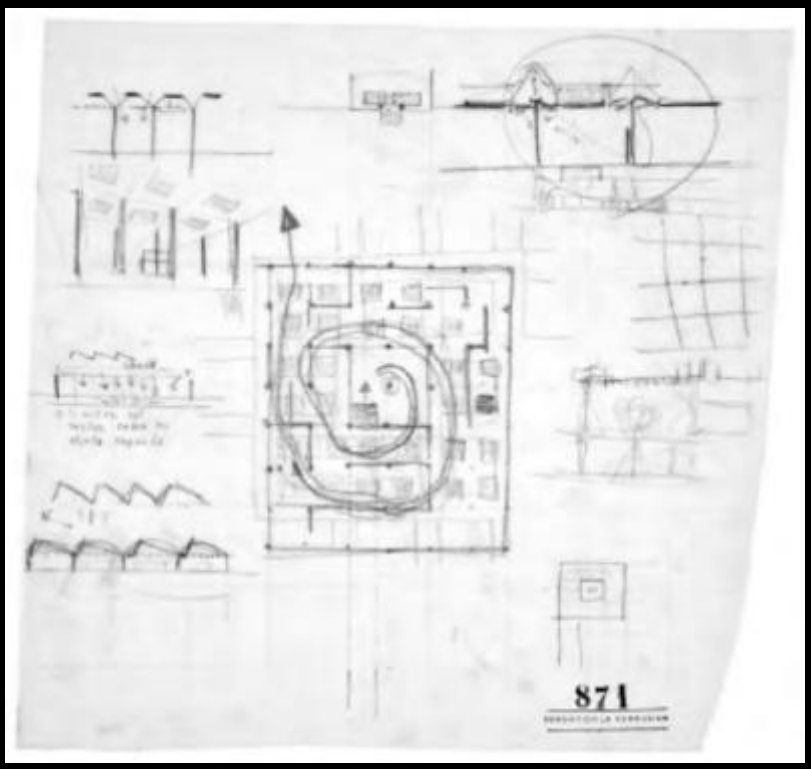
Fonte: LE CORBUSIER, 1946, p.16 (recorte nosso)

Figura 80: Esboços de Le Corbusier para o Museu do Crescimento Ilimitado.



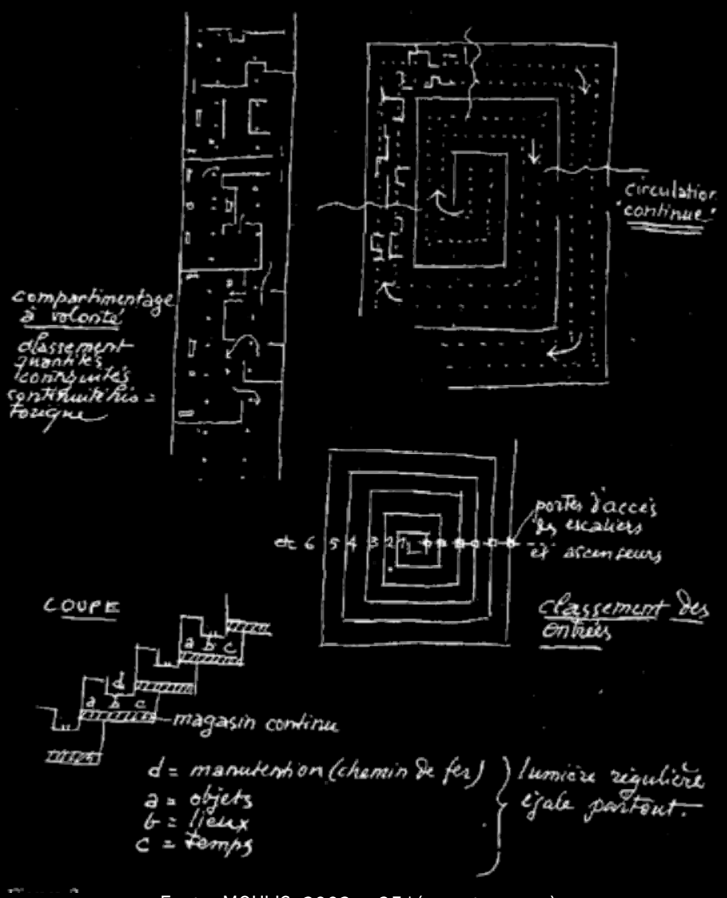
Fonte: LE CORBUSIER, 1946, p.17 (recorte nosso)

Figura 81: Esboços de Le Corbusier de esquemas de circulação em espiral.



Fonte: MOULIS, 2007, p.124(recorte nosso)

Figura 82: Esboços de Le Corbusier de esquemas de circulação em espiral.



Fonte: MOULIS, 2002, p.351(recorte nosso)

Do ponto de vista da articulação do espaço, a solução de justaposição proposta por Le Corbusier demonstra sua preocupação com dois tipos de propriedades: a da centralidade clássica, marcada pelo átrio central, localizado no eixo da planta quadrangular, e a dos quatro caminhos deslocados, que quebram os clássicos eixos de simetria e movimento em quatro elementos dispersos em relação ao centro geométrico da planta. Essa última condição alinha-se com outros motivos presentes na obra do arquiteto, que também se manifestam no MCI, como a presença de linhas reguladoras e a *promenade* arquitetural (PSARRA, 2018, p. 197), conceito que, segundo Amorim (2012), é orientado "pela busca de enquadramentos e vistas dinâmicas construídas a partir de percursos sinuosos com variações evidentes na qualidade dos espaços percorridos (claro versus escuro, largo X estreito, côncavo X convexo etc.), com a intenção de engajar o sujeito na percepção das propriedades do fenômeno arquitetônico" (AMORIM, 2012, p. 36).

Impulsionada pela rampa, que se estende do nível do solo ao pavimento superior, a *promenade* desemboca no caminho sinuoso do desenho regulador da espiral, que, ao ofertar opções de cruzamentos intragalerias ou de deslocamento para os quatro eixos da cruz, abrem a vista para o exterior do edifício, estimulando o visitante a explorar caminhos mais diversos, em vez de uma única rota, uma estratégia conscientemente adotada por Le Corbusier, que, a esse respeito, atesta: "Interrupções ocasionais ao longo dessas paredes laterais podem: permitir a comunicação entre as diferentes salas, abrir para novas perspectivas, permitir um grande número de arranjos diferentes" (LE CORBUSIER, 1946, p. 16, tradução nossa).

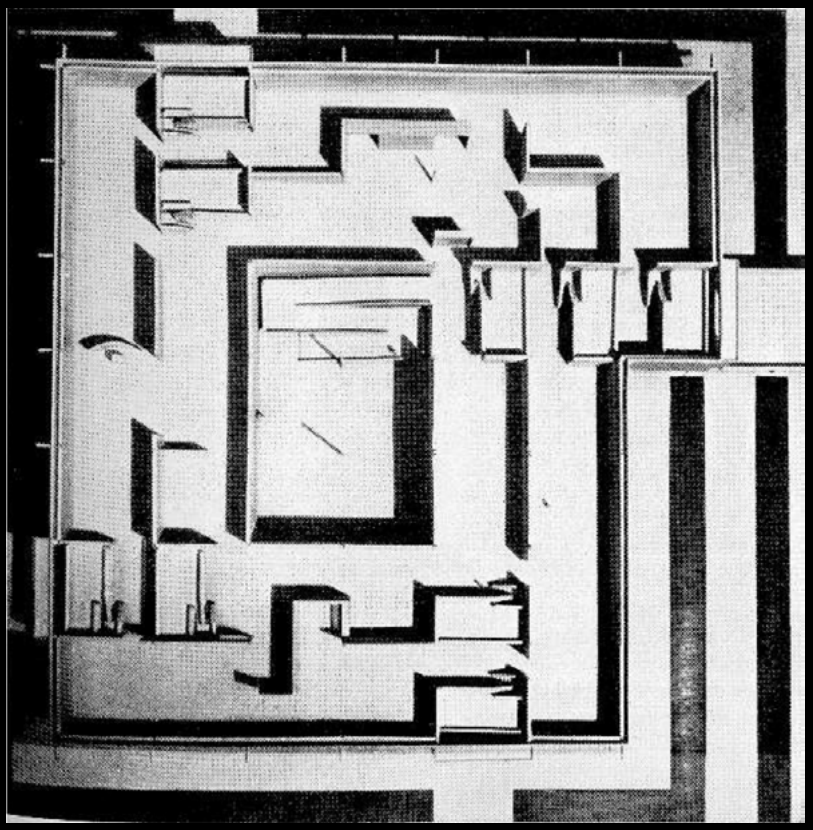
3.2 A progressividade na ideia do Museu do Crescimento Ilimitado (MCI)

No importante catálogo "Architecture of Museums", publicado pelo MoMA sobre exposição que abrigou de 24 de setembro a 11 de novembro de 1968, seu curador, Ludwig Glaeser, expressa que a planta em espiral, tema recorrente na obra de Le Corbusier "reflete sua noção de exposições enquanto sequências expositivas didáticas que predeterminam o movimento do visitante" (MUSEUM OF MODERN ART, 1968, p. 3, tradução nossa).

Essa afirmação, conforme exposto na seção anterior, reforça a ideia de que o arranjo proposto por Le Corbusier prescreve um controle da *promenade*. Uma vista de uma maquete física do MCI, representando seu interior, ilustra a composição com os quatro eixos da cruz em evidência, sobrepostos à planta espiralar com colunas soltas das paredes (ver Figura 82), o que argumentamos, pelo menos nessa vista superior, sugere que a rota do visitante seria muito influenciada pela própria geometria que a envolve, segundo Sutton (2000), regra básica de toda galeria progressiva.

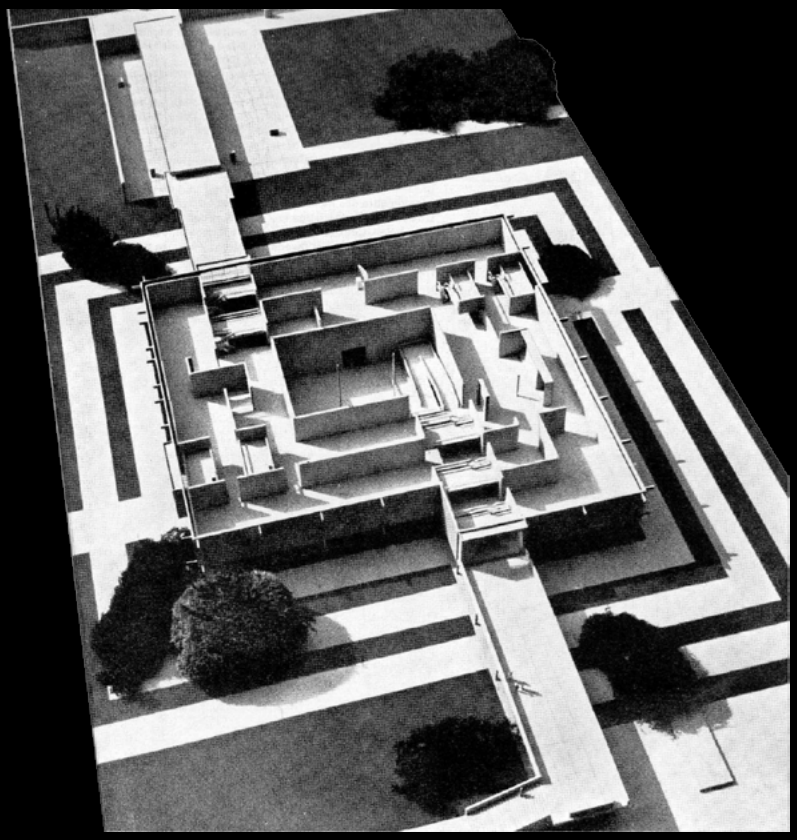
Semelhante ao determinismo da rampa helicoidal de Frank Lloyd Wright, no MCI, a organização espacial parece indicar que caminhos o visitante deve tomar, mesmo que, como mostrará a análise de grafos e mapas a ser apresentada mais adiante, os movimentos transversais, referidos por Pevsner (1976) como impossíveis no MG, sejam viabilizados no MCI através de aberturas para o exterior e das permeabilidades criadas nas barreiras por entre as galerias em espiral (ver Figuras 83 e 84).

Figura 83: Maquete do MCI, vista de topo com coberta removida.



Fonte: LE CORBUSIER, 1946, p.17 (recorte nosso)

Figura 84: Maquete do MCI, vista de topo com coberta removida.



Fonte: LE CORBUSIER, 1946, p. 21 (recorte nosso)

Inclusive, e talvez essa tenha sido justamente uma das razões pelas quais Moos (1998, p. 100, tradução nossa) argumentou que, embora os museus de Le Corbusier "possam ter um modesto calibre arquitetônico", cumprem melhor o propósito de museu do que o MG, assinado por Wright. Também por esse motivo é fortalecida a "combinação de regras geométricas e de movimento e visão" (PSARRA, 2018, p. 197, tradução nossa), conscientemente viabilizadas pelo arquiteto ao sobrepor o esquema cata-vento à planta espiralar.

Moos (1998) e Psarra (2018) não são os únicos acadêmicos a pensar nesta direção. Moulis (2003) sugere que a inserção dos quatro eixos por Le Corbusier traz certa unidade à planta, atenuando o possível efeito labiríntico da circulação espiral principal. Embora uma circulação em espiral não seja labiríntica por si só, como nesse caso, pode vir a possuir algumas propriedades espaciais de um labirinto, como, por exemplo, a de que um visitante não consegue ver imediatamente aquilo que está por vir.

Em consistência com essa ideia, Colomina (2009, p. 57, tradução nossa) escreve que, no MCI, o arquiteto aumenta "as possíveis trajetórias", acrescentando que em seus museus em espiral "Le Corbusier enfatiza as surpreendentes vistas laterais nos espaços labirínticos" (COLOMINA, 2009, p. 61, tradução nossa). Com base nessas observações, a questão da permeabilidade visual, interesse fundamental no campo da sintaxe espacial (SE), parece ser crucial para a compreensão desse caso ímpar de galeria progressiva.

A questão do controle de percursos torna-se especialmente relevante quando um tema recorrente no trabalho de Le Corbusier é o da *promenade* arquitetônica, conceito que se refere à exploração espontânea de um ambiente, por vezes em modo sequencial, baseado no movimento e no ponto de vista do espectador. Mas, como um leiaute quase labiríntico como o do MCI poderia oferecer esse tipo de navegação espontânea? Moulis argumenta que o efeito mecanicista do leiaute é um pouco pertinente ao conceito de *promenade* de Le Corbusier, pois, em suas obras, o arquiteto procurou determinar os efeitos experienciais desejados, que são "uma espécie de figuração da experiência" (MOULIS, 2002, p. 355, tradução nossa), é claro, nem todos relacionados à configuração do labirinto. No MCI, o controle do movimento distribui-se primeiro de modo centrípeto (para o átrio central e sua rampa) para, depois, ser disperso centrifugamente (pelas galerias). Analogamente, como veremos, no MG, a direção do movimento centrífugo está mais presente na subida (chegada) e o centrípeto, na descida (saída), ambos ocorrendo predominantemente via rampa.

Na verdade, ainda que a *promenade* no MCI seja controlada, a forma espiral, por sua natureza geométrica, estabelece uma relação de descoberta exploratória do visitante para com o museu, uma vez que aquilo que está por vir é estabelecido à medida que o espaço vai sendo revelado, recurso que, acreditamos, foi utilizado para induzir uma experiência atrativa de curiosidade, pois, ao mesmo tempo que o visitante sente-se como se estivesse em um espaço sem fim, desenvolve uma espécie de ânsia por ver aquilo que ainda não viu (mas sabe que está a sua frente).

Dessa forma, uma vez inserida a espiral em seu desenho, as propriedades configuracionais do espaço são profundamente alteradas e duas condições básicas emergem: o visitante é impedido, em algum momento, de vislumbrar onde o próximo passo o levará, condição essencial em um labirinto tradicional, e, por outro lado, o recurso imprime um maior controle das rotas dos visitantes, característica chave de uma galeria progressiva.

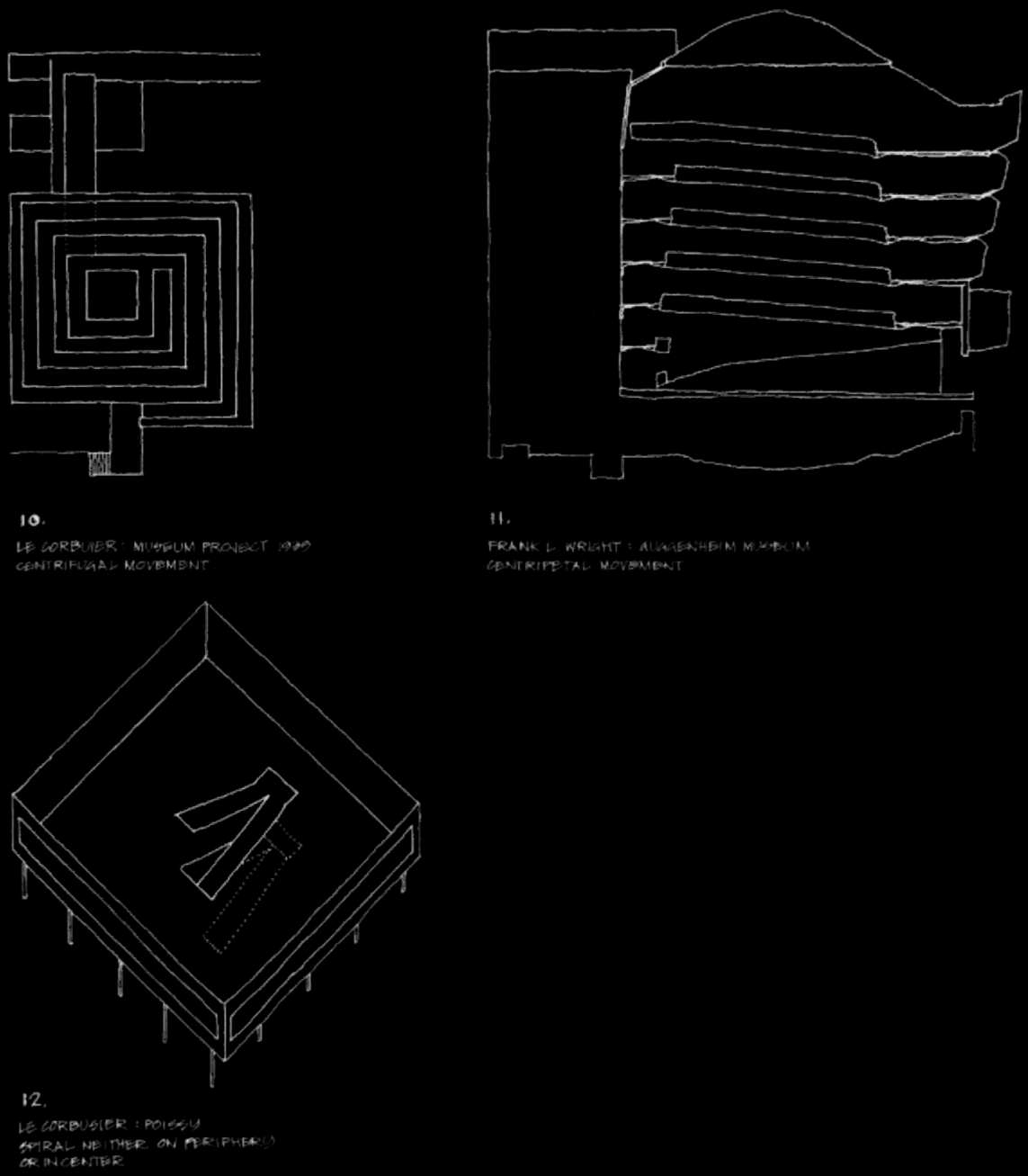
Contudo, no MCI, este controle é parcialmente reduzido (ou liberado) por interrupções nas barreiras físicas limítrofes das galerias (de 7m de largura), aumentando o desejo do visitante de alcançar o espaço que passa a ser vislumbrado uma vez que seu campo visual é ampliado. Assim, o que faz Le Corbusier é, "em vez de aplicar a geometria para guiar o corpo e os olhos pelo mesmo curso, ele privilegia o movimento humano empírico" (PSARRA, 2018, p. 208, tradução nossa) – como se o corpo passasse a se mover com os olhos –, estratégia que, por ter persistido ao longo de sua carreira e ter levado ao "desenvolvimento de um padrão simples de movimento espiral a uma estrutura predominante [...] se tornou uma estrutura sistemática ou metalinguagem" (PSARRA, 2018, p. 211, tradução nossa).

Em relação à visão sistemática em arquitetura, Eisenman (2006, p. 89, tradução nossa) teoriza que "a imaginação e intuição do arquiteto entram em jogo no enlace sutil entre sistema e função", defendendo que nenhum elemento formal é bom ou ruim em si mesmo, mas apenas quando é considerado como parte de um nexo de relações, e que para qualquer função complexa pode ser encontrado um sistema ou processo ordenador. Se qualquer edifício deve evoluir a partir de condicionantes programáticos e quaisquer de suas articulações derivariam de suas necessidades específicas, e não de razões arbitrárias, subjetivas ou formalísticas, este deveria resultar "de um modo formal de pensamento predicado por um organismo funcionando em sua totalidade" (EISENMAN, p. 93, tradução nossa).

Eisenman chega, então, à definição de dois sistemas formais, o linear e o centroide, categorias que embasariam a ordem inicial de todos os demais sistemas de onde derivaria qualquer distorção específica. Uma vez que todos os sistemas são baseados em propriedades da forma genérica (volume, movimento, massa e superfície), e mesmo que estas forneçam a definição perceptual e física de qualquer sistema, devem referir-se a um antecedente genérico para sua sintaxe e gramática. O autor dá o exemplo do cubo, que, considerado como um antecedente genérico, tem sua própria essência formal – eixos e lados iguais etc. –, assim como possui propriedades genéricas (volume, massa e superfície) que ofertam a base perceptual para o desenvolvimento desse vocabulário (EISENMAN, 2006).

Como volume é a propriedade da forma genérica fundamental para qualquer expressão arquitetural, alguma forma de ordem volumétrica ocorrerá em qualquer sistema e, quando esta é dominante, pode ser contínua ou estática, e ambas podem ser aplicadas tanto a uma situação centroide como linear. Eisenman (2006) argumenta também que, em um sistema contínuo, o movimento ou circulação está interconectado e, ainda assim, subserviente à ordem volumétrica, criando "um organismo onde cada volume se relaciona a um outro, ou ao todo, por uma sequência de interpenetrações" (EISENMAN, 2006, p. 97, tradução nossa).

Figura 85: Esboços da configuração em espiral em movimento centrífugo, centrípeto e nem no centro ou na periferia (Museu do Crescimento Ilimitado, Museu Solomon R. Guggenheim e Villa Savoye).



Fonte: EISENMAN, 1963: 2006, p. 104 (recorte nosso).

De volta ao museu projetado por Le Cobusier, este remete a dois dos três tipos de sistemas de movimento facilmente identificáveis segundo Eisenman (2006): o cata-vento, a espiral e aquele em cadeia (do inglês, *echelon*). Os dois primeiros, ambos utilizados no MCI, desenvolvem-se a partir de um condicionante centroide, e como "todo movimento é uma forma linear de expressão, a possibilidade de qualquer referência centroide pode ser questionada, mas, de fato, tanto a espiral quando o cata-vento reconhecem um centro" (EISENMAN, 2006, p. 102, tradução nossa). Para o autor, o cata-vento – que forma os eixos abrindo a vista do visitante para o exterior no MCI – pode ser classificado como um sistema de movimento no sentido de que sua organização total é conceituada como em movimento, sendo gerada "por uma ordem volumétrica de três ou quatro partes a partir de um centro definido" (EISENMAN, 2006, p. 103, tradução nossa), no caso do MCI, seu átrio central.

Quanto à espiral, um sistema básico de movimento – que, no MCI, faz-se presente na rampa que ascende pelo átrio e no percurso espiralar no qual desemboca–, esta dependeria de "uma progressão de um centro fixo para sua definição, se o movimento começa do centro ou da periferia: a característica essencial é o reconhecimento do ponto central e da progressão sobre este ponto" (EISENMAN, 2006, p. 105, tradução nossa). O autor estabelece três tipos de sistemas em espiral: (1) com a entrada ao centro e, o final, no exterior; (2) a condição oposta, com o começo da espiral na periferia; e (3) o começo e o fim não são nem no exterior nem no centro. A opção de movimento centrífugo estaria presente no museu projetado por Le Corbusier e a do movimento centrípeto, no MG, de Frank Lloyd Wright, que trataremos a seguir. O terceiro tipo, nem centrípeto nem centrífugo, teria sido usado também pelo arquiteto franco-suíço na Villa Savoye (ver Figura 85).

No caso do MCI, a adoção dessa tática gerou uma sequência ininterrupta de galerias progressivas menos controladas – como mostrará a análise sintática – do que a visitação pensada por Wright no MG, apresentada a seguir. Todavia, com base nos estudos e análises desenvolvidas, argumentamos que, enquanto espaços expositivos, ambos os projetos configuram uma organização espacial progressiva.

3.3 A origem da espiral no Museu Solomon R. Guggenheim (MG)

"*Cuide das terminações e o centro cuidará de si mesmo*"
(WRIGHT, 1955, p.61, tradução nossa)

Para alguns críticos, a estrutura sistemática da qual fala Psarra (2018) sobre Le Corbusier permeia o Solomon R. Guggenheim Museum (MG), projetado por Frank Lloyd Wright a partir de 1943 e inaugurado, na cidade de Nova Iorque, em 1959. Cohen (2012), por exemplo, defende que o limite infinito da figura espiral concebida por Le Corbusier para o MCI, que seria implementada em Tóquio, Chandigarh e Ahmedabad, teria sido imitada pelo norte-americano no projeto do MG. Já o acadêmico italiano e diretor da revista Casabella, Dal Co (2017), associa a concepção de Wright a alguns dos projetos nos quais o arquiteto teria experimentado soluções semelhantes às utilizadas no MG, como a coberta em vidro com uma rampa espiralar, que, mesmo em escala bem menor, já havia pontuado a loja Morris Gift Shop, em São

Francisco, construída (1948 e 1950) simultaneamente ao projeto do museu.

Outro caso precedente foi o edifício administrativo da Johnson & Son, em Racine, Wisconsin, concluído em 1939, cujo espaço – de alto pé direito e estruturado por colunas em forma de cogumelo, que, intercaladas por trechos em vidro, abrigavam estações de trabalho dispostas na planta livre – era cercado de guarda-corpos contínuos e guardado por um envelope translúcido com faixas em vidro, um vocabulário semelhante ao do MG. Na verdade, na torre de laboratórios, no mesmo sítio, cujo período de concepção e construção (1943-1950) é paralelo à obra nova-iorquina (1943-59), percebem-se concepções estruturais análogas (ver Figura 85).

Essa torre esguia de 15 pavimentos e quinas curvas dispunha de lâminas quadrangulares e circulares alternadas, apoiadas em um eixo estrutural central, o que permitia que as lâminas menores (circulares) ficassem soltas do envelope exterior. Além de ambos terem sido concebidos estruturalmente como "uma viga espiralar contínua e envolvente" (DAL CO, 2017, p. 30, tradução nossa) e apresentarem lâminas de forma circular, a configuração concêntrica faz com que, mesmo que a porção central da torre de laboratórios seja preenchida parcialmente, opostamente ao amplo vazio central do MG pelas dimensões desse preenchimento, o primeiro compartilhe com este último da propriedade relativa à intervisibilidade, pois ambos ofertam ao usuário a noção de copresença, atributo que, no MG, seria radicalmente ampliado (ver Figuras 86 e 87).

Quanto ao uso da espiral, Siry (2009), similarmente a Dal Co (2017), defende que, antes de projetar o MG, Wright havia experimentado a ideia de continuidade da rampa espiral como uma forma simultaneamente espacial e estrutural, inovação moderna tornada possível pelo novo material construtivo do concreto reforçado com aço. Segundo Siry (2009), alguns dos casos pioneiros (anteriores ao MG) a fazerem uso dessa tecnologia incluem dois projetos do arquiteto Albert Kahn, em Detroit: a Ford Motor Company (1909-26) e a Fort Shelby Garage (1921-220). O autor relembra que Kahn havia mostrado esses projetos a Wright, que, em 1931, relata sobre o fato: "Eu havia visto sua Ford Factory. Eu tinha visto edifícios industriais que havia projetado e pelos quais eu sempre tive grande respeito" (SIRY, 2009, p. 41, tradução nossa).

Na Shelby Garage, a circulação estava no centro da planta e se desenvolvia em uma rampa com aproximadamente 15m de intercolúnio, o que permitia que os automóveis fossem conduzidos continuamente do térreo até o último pavimento. Siry (2009) argumenta que, se por volta dos anos de 1920, o edifício garagem urbano poderia ser considerado um tipo arquitetônico estabelecido – normalmente uma estrutura solta com uma frente de rua, distinto da condição de componente em um edifício comercial maior – é muito provável que Wright tenha percebido que a garagem rampada permitia que novas ideias funcionais, espaciais e estruturais dessem forma à arquitetura, e que o elemento rampa, em si, poderia simular o movimento contínuo. Conforme estabelece o estudioso norte-americano, essa continuidade acabaria por se converter tanto em materialidade como em experiência no MG, cujo uso da espiral foi claramente reconhecido por Wright como "uma forma tão natural e orgânica para qualquer coisa que ascende, que não vi porque não deveria

ter sido alterada e tornada disponível também para a descida" (SIRY, 2009, p. 42, tradução nossa).

Contudo, o projeto de influência mais direta no MG talvez tenha sido o Gordon Strong Automobile Objective and Planetarium (AOP), concebido entre 1924 e 1925, mas nunca construído. Tanto Siry (2009) como Dal Co (2017) defendem a possibilidade de que essas ideias (de continuidade provida pela rampa) estivessem presentes na mente de Wright quando projetou o AOP para o empresário de Chicago, Gordon Strong, no topo da Surgarloaf Mountain, em Maryland. Se nesse último movimento e estacionamento se fundiam ao longo da espiral, no MG ter-se-ia a fusão entre exposição de objetos de arte e movimento do visitante ao longo de sua rampa-galeria (SIRY, 2009; DAL CO, 2017).

No AOP, um híbrido de lazer (passeios, mirante e alimentação) e conhecimento (planetário), o arquiteto adotou o tema da espiral de modo mais cartesiano do que no museu, expresso em uma planta circular inserida em volume que tomava a forma de um zigurate ou bobina, à medida que o diâmetro do plano diminuía uniformemente conforme o edifício evoluía verticalmente – em Nova Iorque, o zigurate é invertido e as galerias rampadas tornam-se mais largas à medida que se sobe. O foco da configuração espacial do AOP era um espaço central com uma cúpula que abrigava o planetário em seu topo. A espiral, ao invés de percorrida por visitantes a pé, como no MG, os permitia alcançar o cume do edifício sem que precisassem sair de seus automóveis para apreciar a vista circundante (ver Figuras 88 a 90).

Se Wright usou a espiral antes do MG, também continuou a empregar o elemento simultânea e posteriormente ao início desse projeto, como exemplificam suas proposições em maior escala para centros cívicos: o Monona Terrace, em Madison, Wisconsin (1938-59) e o Pittsburgh Point Park (1947-48). Dentre suas concepções em menor escala, além da loja V.C. Morris Gift Shop, em São Francisco (1948-49), sua primeira rampa construída cuja função e forma se aproximava daquela no MG, a ideia da rampa curva aparece na garagem de autosserviço projetada para Edgar Kaufmann Sr (1949-50), na região central de Pittsburgh; na David Wright House, no Arizona (1950-52); e no showroom de automóveis Max Hoffmann (1954-55), na Park Avenue, em Nova Iorque (SIRY, 2009; LEVINE, 1996).

Uma vez estabelecidas essas precedências, que configuram o cenário norte-americano geograficamente mais próximo a Wright, também é válido retomar brevemente a possível influência de Le Corbusier quanto ao uso da espiral no projeto do MG. O status do edifício museu como "um oásis da alta cultura em um mundo brutalizado e materialístico aumentou consideravelmente depois da Primeira Guerra" (McCLELLAN, 2008, p. 32, tradução nossa), contexto que teve um ponto alto na formação da Liga das Nações na década que sucedeu ao conflito (1914-1918), mais precisamente, em 1926, quando seu International Committee on Intellectual Cooperation criou o International Museums Office, antecessor do International Council on Museums (ICOM), nascido em 1946. Dois anos após o comitê ter iniciado as atividades, patrocinou um congresso internacional de artes populares, em Praga, seguido, um ano depois, com o projeto do Mundaneum, uma tentativa da Liga das Nações de promover o entendimento global sobre a arte, que se tratava de um complexo para união intelectual, cooperação e coordenação, tendo como peça-chave o Musée Mondial, projetado por Le Corbusier, em 1929 (McCLELLAN, 2008).

Figura 86: Johnson & Son, Racine, Winsconsin (F.L. Wright, 1936-39).



Fonte: autoral.

Figura 87: Laboratório Johnson & Son, Racine, Winsconsin (F.L. Wright, 1943-50).



Fonte: autoral.

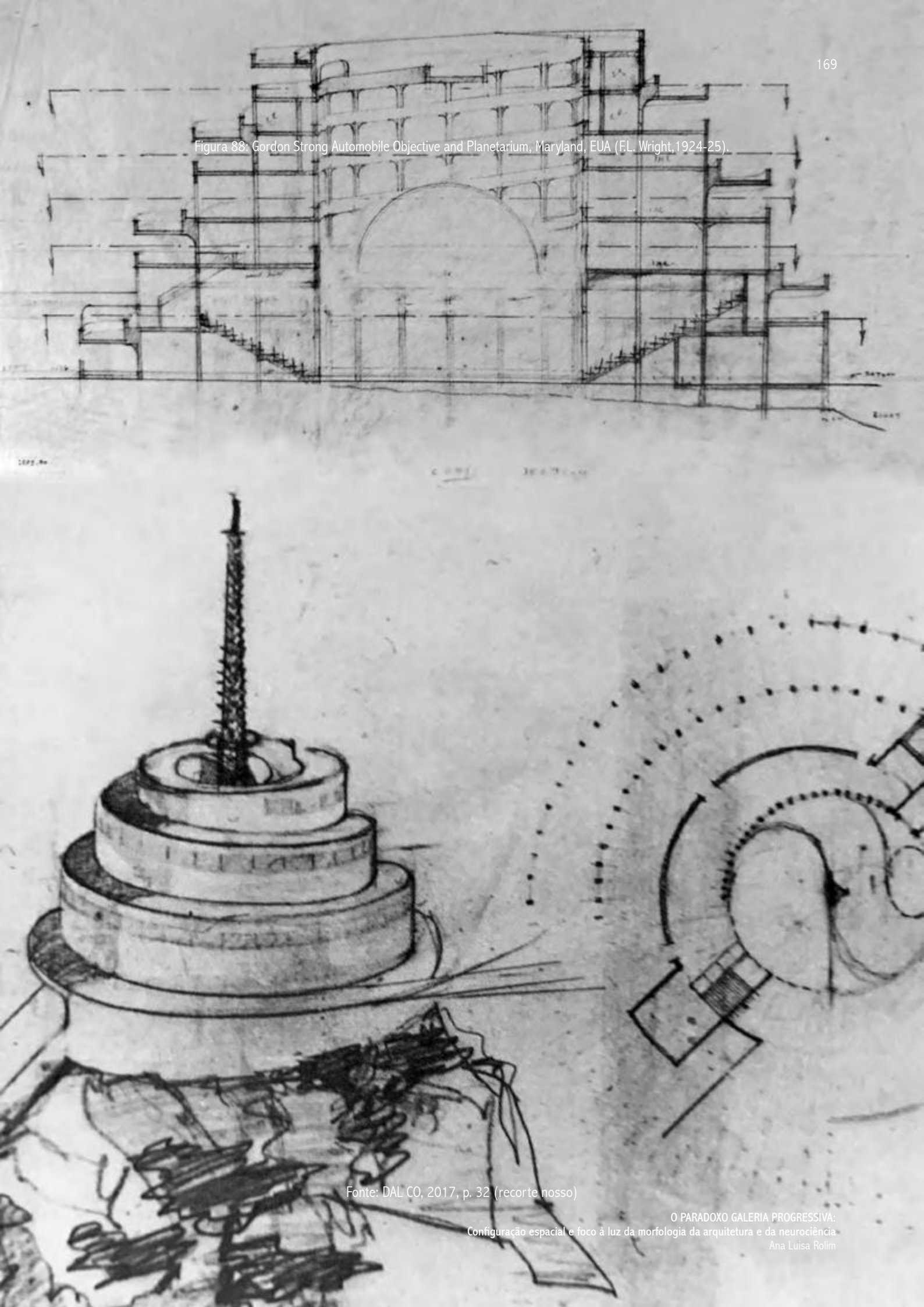
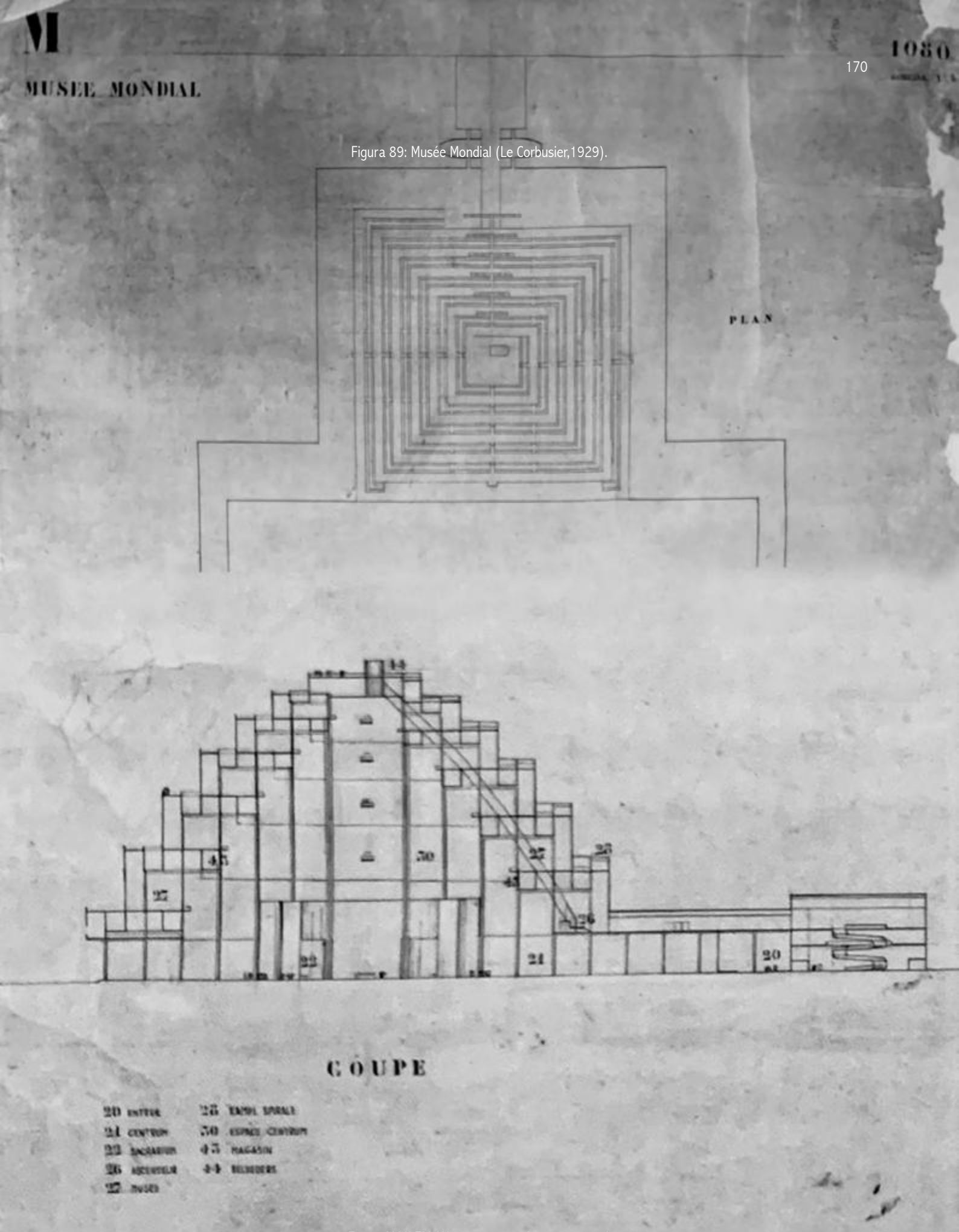


Figura 88: Gordon Strong Automobile Objective and Planetarium, Maryland, EUA (F.L. Wright,1924-25).

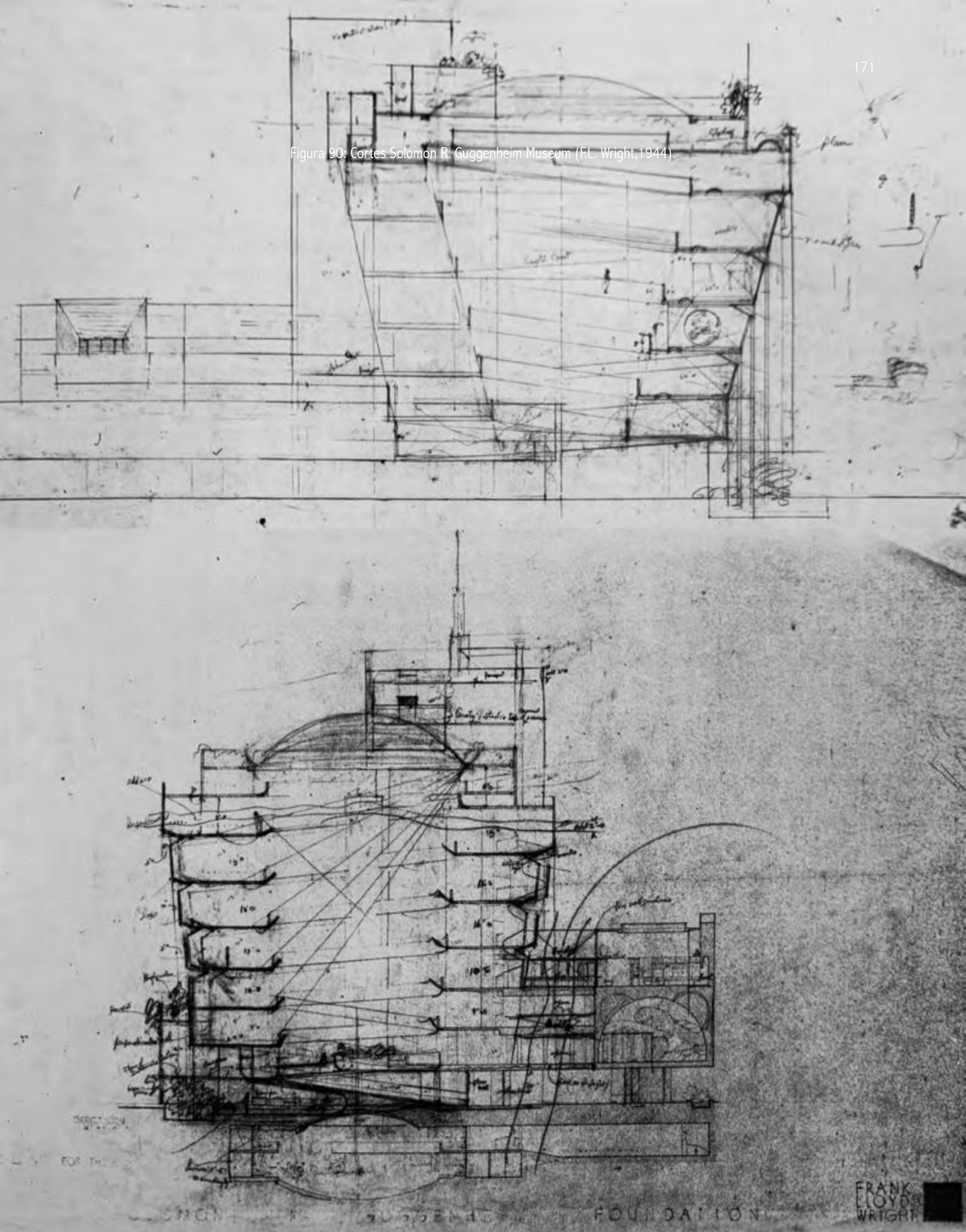
Fonte: DAL CO, 2017, p. 32 (recorte nosso)

Figura 89: Musée Mondial (Le Corbusier,1929).



Fonte: MCCLELLAN, 2008, p. 36 (recorte nosso)

Figura 90: Cortes Solomon R. Guggenheim Museum (F.L. Wright,1944).



Fonte: DAL CO, 2017, p. 41 (recorte nosso)

No contexto temporal, o partido (em zigurate/espiral) do arquiteto norte-americano para o AOP (1924) antecedeu ao Musée Mondial, no Mundaneum. Levine (1996) argumenta que a influência de um arquiteto sobre o outro teria sido reversa, estabelecendo que, no AOP, "O aspecto arcaico da imagem de Wright foi capturado por Le Corbusier em seu projeto de 1928-29 para um Musée Mondial ou Museum of World Culture, a ser construído na periferia de Genebra como parte de um projeto utópico para um Mundaneum, em conjunto com a League of Nations" (LEVINE, 1996, p. 302, tradução nossa).

Nesse projeto, Le Corbusier também segue a lógica de um zigurate de planta quadrada, cujo conteúdo expográfico sobre civilizações seria organizado cronologicamente, da Pré-história ao presente, portanto, uma organização progressiva em sua essência, como discutido na contextualização apresentada no segundo capítulo. Comparando-se o Musée Mondial ao caso nova-iorquino, sobretudo através de seus cortes, há uma semelhança evidente na natureza dos espaços criados. Segundo Chabard (2016), que escreve sobre Paul Otlet (empresário e visionário belga, considerado um dos precursores da ciência da informação), para quem Le Corbusier havia projetado o Mundaneum, esse projeto teria sido concebido como uma cidade, organizando-se em torno de um edifício principal, abrigando o Musée Mondial:

> um edifício em forma de zigurate que, embora com alguma elevação vertical, não tivesse uma ordem vertical forte [...] parecia buscar a rotundidade da Terra [...] Apesar de sua aparência descontínua e hierárquica, os terraços externos escondiam de fato a forma mais contínua: uma galeria helicoidal inclinada que descrevia perfeitamente a globalidade do tempo histórico e do espaço geográfico (CHABARD, 2016, p. 122, tradução nossa).

Similarmente, no MG, Wright concebeu uma Torre de Babel invertida (ver Figura 90), que buscava promover uma experiência compartilhada do espaço e da arte, conformando um híbrido conceitual ao combinar a rotunda (espaço inicial) como elemento de entretenimento e prazer, presentes no projeto do Altes Museum, de Schinkel, com a sala de reunião que concluía o leiaute do museu de Durand, ambos abordados no capítulo anterior. No espaço concebido para Nova Iorque:

> o visitante entra pela Quinta Avenida por uma porta recuada e escura, para experienciar a emoção do espaço imponente acima e depois retornar a este ponto de origem no final da visita, após de ter pego o elevador para o topo da rampa e descido espiralarmente, tendo passado pela coleção. Nunca se perde a vista do majestoso átrio central, ou dos outros visitantes (McCLELLAN, 2008, p. 78, tradução nossa).

Portanto, mesmo que não tenhamos uma comprovação histórica precisa sobre a possível influência de um arquiteto sobre o outro quanto à configuração espiralar, é evidente que, em ambos os casos, havia a intenção de determinar uma rota precisa, seja para visitantes a pé ou motorizados, definidas, igualmente, pela geometria do edifício (zigurate), o que, podemos dizer, faz com que os dois projetos atendam às regras básicas estabelecidas por Sutton (2000) como típicas de uma galeria progressiva.

3.4 A Busca pelo Movimento no Projeto do MG

> "O edifício é um tipo de torre espiralar, uma rampa ascendente contínua sem degraus com uma cúpula de vidro. À medida que sobe e olha para fora, você sempre terá uma vista diferente com proporções perfeitas, uma vez que há uma subida semicircular que desloca a espiral, e, para baixo, há uma pequena fatia de uma cama de rosas elíptica e uma janela com um pequeno vislumbre de um jardim, e estes elementos, mudando a qualquer altura que você esteja, são um exemplo de arquitetura em movimento com precisão e imaginação únicas. Todo mundo argumenta que a arquitetura domina as pinturas e isso é verdade (aparentemente Wright odiava pintores), mas isso importa? Você vai lá primordialmente para ver a arquitetura e depois você vê as pinturas, sempre bem e uniformemente iluminadas, o que é a coisa principal."
> (CALVINO, 1959 *apud* DAL CO, 2017, p. vi, tradução nossa)

Museus são estruturados em torno de espaços contínuos que seguem algum tipo de narrativa, ou seja, algum tipo de exposição de um ou uma série de acontecimentos, em certa medida, encadeados, semelhante ao ato de se contar uma história. No MG, a narrativa é o movimento, que traduz o ideal de espaço e continuidade material de Wright (SIRY, 2009), aplicado à arquitetura pelo modo como o espaço é estruturado para atingir efeitos específicos na experiência e percepção dos usuários. Wright utilizou um padrão circuncêntrico de circulação em espiral vertical independente da experiência real dos sujeitos que usariam o espaço, mas, por outro lado, organizou-o sob seu ponto de vista como observador, portanto, aproximar-se do cerne da concepção do arquiteto implica em entender o espaço que criou a partir do desdobramento sequencial da informação à medida que os corpos se movem neste ambiente (PSARRA, 2009).

Se a circulação pode ser considerada como o esqueleto que forma a estrutura suporte de um edifício, um mecanismo organizacional em seu leiaute, refletindo a organização espacial global (JIANG; LIU, 2010), desempenha um papel chave na compreensão do MG enquanto espaço social. Conforme será mostrado em alguns dos relatos do próprio Wright, a circulação é o conceito norteador do projeto do museu, materializando-se em galerias em um plano rampado contínuo, que, com isso, acabam por converter-se em um híbrido de espaços de exposição e circulação. De acordo com Siry (2014, p. 17, tradução nossa), "A experiência da grande rampa intenta ser contemplativa e transformativa para o observador, de modo que a arte ali exposta toma emprestado significado da sua configuração espacial".

Considerando que a eficiência de uma circulação depende do quanto evidencia possíveis destinos para os usuários, que assim podem seguir adiante em direção aos objetivos de sua visita, esta tem a capacidade efetiva de revelar como padrões e configurações espaciais afetam os usuários através do movimento (NATAPOV *et al.*, 2015). Nessa lógica e como os edifícios são eventos históricos que têm precedentes que se relacionam com o tempo e o espaço, voltaremos brevemente às origens do MG à procura de pistas sobre as escolhas projetuais de Wright em seu peculiar projeto, especificamente quanto à relação entre exposição de arte, movimento e encontro de pessoas. Essa relação que se busca estabelecer conecta-se diretamente com algumas das questões levantadas por Hillier e Tzortzi (2011), de modo que

pretendemos investigar: o espaço influencia como as pessoas se movem através de seu leiaute?; as galerias funcionam como um espaço social significativo?; a organização sequencial dos ambientes e posicionamento de obras de arte no espaço têm um papel importante na experiência do visitante?

Também são importantes em nossa abordagem sobre a concepção de Wright aquilo que se refere Peponis (1993) como três considerações espaciais desejáveis em museus: a conexão entre espaços de exposição e o espaço como um todo através de foyers e grandes rotas de circulação; o equilíbrio entre a apreciação do objeto arquitetônico e das exposições efetivas; e a interface entre a escala do edifício e as diferentes escalas das exposições. Dessa forma, a partir dessas ideias e questionamentos, retornamos às origens do projeto do MG.

Para entender a proposição arquitetônica, contudo, é preciso visitar um pouco da extensa história do projeto do MG, que vai de 1943 a 1959, períodos que marcam a contratação do arquiteto e a inauguração do museu. Nessa trajetória, além de Wright, há dois outros importantes protagonistas: Solomon R. Guggenheim (1861-1949), empresário e filantropo, membro de uma das mais ricas famílias norte-americanas cuja fortuna advinha do minério, e a baronesa e pintora alemã Hildegard Rebay von Ehrenwiesen (1890-1967), que, tendo chegado aos EUA em 1927, foi consultora de Solomon na aquisição de sua coleção de arte abstrata e, posteriormente, a primeira diretora da The Solomon R. Guggenheim Foundation (FG), criada em 1937 (DAL CO, 2017).

Seguindo a tradição de *fin de siècle*, quando clientes particulares começaram a contratar arquitetos para projetar edifícios para suas coleções recém-compiladas, o MG foi criado para abrigar as obras do epônimo empresário, um dos primeiros colecionadores norte-americanos de arte abstrata. O edifício, ao qual se referiu seu arquiteto como uma galeria moderna (LEVINE, 1996), tinha a intenção original de ser um memorial para o seu fundador, expondo as pinturas que havia adquirido com a ajuda de Hilla Rebay, cujas fortes conexões com a arte abstrata da vanguarda europeia tiveram grande influência, tanto na coleção particular de Solomon, como no seu futuro museu-templo.

A vida de Hilla Rebay encontra-se bastante documentada em várias publicações, mas é importante que a abordemos um pouco para situar seu papel no projeto em questão. Rebay estudou artes na prestigiosa Académie Julian, fundada em Paris, em 1867, e também em Munique. Cultivando amizades e conhecendo inúmeras pessoas nos círculos artísticos que frequentou na juventude. Teve contato com membros da vanguarda europeia, como o pintor e poeta germânico-francês, Hans Arp, quem reforçou o interesse da então jovem artista na arte não-objetiva e no trabalho do pintor e teórico russo, Wassily Kandinsky. Após ter exposto suas pinturas em Berlim, na Galerie Der Sturm, Hilla morou em várias cidades europeias, tornando-se amiga de importantes figuras no mundo das artes, como Kurt Schwitters, Hans Richter, Max Ernst, Piet Mondrian e Rudolf Bauer (DAL CO, 2017).

Este último, com quem Hilla teve um longo e tempestuoso relacionamento amoroso (até 1944), se autoproclamava criador de um movimento artístico, concretizado em uma combinação de galeria e meio cultural, chamado Das Geistreich

(ou "o espírito", em português), um espaço fechado pelo regime nazista em 1938, quando Bauer imigrou para os EUA, onde inicialmente trabalhou para Solomon Guggenheim como um tipo de consultor. Antes da mudança, Rebay e Bauer haviam frequentado círculos da vanguarda, como o November Group. Já nos EUA, pautada por sua bem sucedida exposição na galeria Marie Sterner, em Nova Iorque, "Plastic Paintings: a new medium by Hilla Rebay" (1927), a artista rapidamente penetrou nos círculos frequentados por Irene Guggenheim, esposa de Solomon, de quem se tornou próxima (DAL CO, 2017).

Ao mesmo tempo, Rebay começou a exibir pinturas de Bauer, Paul Klee e Kandinsky no seu estúdio em Manhattan, atraindo potenciais colecionadores de arte abstrata, momento que culminou, em 1930, em uma viagem com o casal Guggenheim a Paris, onde Hilla os apresentou a artistas e passou a considerar a possibilidade de montar um museu para a nova coleção dos norte-americanos. Em 1931, em subsequente viagem à Europa, estreitou os laços entre o casal e outros artistas influentes, como Mondrian, Fernand Léger, Marc Chagall, Robert e Sonia Delaunay, e Albert Gleizes, o que levou a aquisições de obras de arte e a relacionamentos duradouros entre as partes. Esse grupo de artistas era representante de um tipo de arte denominada como não-objetiva, que, segundo Rebay, "destaca-se como uma criação inteiramente livre, concebida a partir do desfrutar intuitivo do espaço, sem referência nenhuma a formas objetivas da natureza" (*apud* LEVINE, 1998, p. 313, tradução nossa).

A coleção Guggenheim, já em 1930, tinha um porte considerável, incluindo, além de Bauer, Kandinsky e Moholy-Nagy, os pintores abstratos que o casal conhecera na Europa (DAL CO, 2017). Nesse período, Hilla e Bauer também já haviam iniciado discussões extensas sobre um novo museu de arte não-objetiva para abrigar a crescente coleção do casal Guggenheim, como na carta que ela escreve ao artista alemão, em 1930:

> [...] eu acho que o museu tem de ser construído, em alto estilo, com uma sala para se descansar, um espaço em grande escala onde pinturas sejam guardadas de modo adequado, de forma que apenas algumas sejam dispostas em sequência e apenas alguns grandes artistas sejam mostrados [...]. Apesar de nem tudo estar definido, já foi trazido à tona e, para que o Sr. Guggenheim possa experienciar a alegria de sua criação, agora temos de nos concentrar em criar a melhor coisa que pudermos e em achar as pessoas capazes de realizá-la [...]. O primeiro ambiente deve (ser) [...] um ambiente de compostura, acolhimento e calma, no qual todo mundo tem a oportunidade de deixar para trás o barulho da rua antes de entrar no templo de arte [...]. A sala de exposição deve ser cerimoniosa e ainda assim confortável o suficiente para que a pessoa seja forçada a permanecer, de modo a terem a chance de conhecer uma pintura [...]. É muito importante que este museu seja construído de forma inteligente, espaço é extremamente caro em Nova Iorque, e tem de estar em uma localização central (REBAY, 1930, *apud* VAIL, 2009b, p. 28, tradução nossa).

Esse contexto levou à exposição de obras da coleção de arte abstrata do seu patrono (com então cerca de 200 exemplares) na suíte do casal Guggenheim, no Plaza Hotel, em Nova Iorque, inteiramente decorada em estilo moderno, um marco na criação da Solomon R. Guggenheim Foundation (GF). Após a exposição, por volta de 1930 ou início do ano seguinte, a coleção também iria ser exposta em museus em Charleston e na Filadélfia (VAIL, 2009b) (ver Figura X). Dez anos depois, em junho de 1937, a GF foi estabelecida junto ao Board of Regents, órgão público do estado

de Nova Iorque (que até hoje regula o estabelecimento de corporações educacionais) sob a seguinte descrição: "uma corporação educacional para a melhoria mental ou moral dos homens e mulheres, a promoção e encorajamento da arte e a educação na arte e o esclarecimento no campo da arte" (DOCUMENT *apud* VAIL, 2009b, p. 25, tradução nossa).

Dois anos após o nascimento da GF, sob coordenação de Hilla Rebay, a instituição inaugurou seu primeiro (e temporário) museu na ocasião da Feira Mundial de 1939, o Museum of Non-Objective Painting (MNOP) (ver Figuras 91 a 94). Localizado na rua East 54th, entre a Madison e a Quinta Avenida, ocupou um edifício de fisionomia modernista que funcionou como concessionária de automóveis. Segundo anúncio na publicação Art Digest, de 1945, "o mais belo museu de Nova Iorque, para desfrutar do descanso e elevação através da arte" (In: VAIL, 2009b, p. 25, tradução nossa). A associação da experiência de visitação do museu a algo positivo à saúde mental e física já estava presente também em um anúncio no jornal Herald Times, de 1937, que estabelecia: "uma mente ordenada é uma mente mais feliz através de pinturas não-objetivas" (ver Figuras 95 a 98).

Antes do estabelecimento do MNOP, na rua 54, em dezembro de 1937, Rebay escreveu animadamente a Bauer a respeito de uma palestra que havia dado sobre ideias para uma exposição da coleção Guggenheim na Feira Mundial de 1939, em Nova Iorque. Nessa carta, há dois esboços para um edifício de arranjo circular, com 12 alas em forma de fatias de bolo, organizadas a partir de um pátio central, o que permitia um fácil fluxo de visitantes e acesso a diferentes espaços, bem como telhados de vidro. O leiaute em configuração radial ilustrado permaneceria no projeto do MG e, como a ideia era abrigar arte de vários países, havia a separação do programa em alas, contudo, o átrio teria função similar, um ponto focal e unificador do espaço (ver Figuras 95 e 96).

Além de registrar um momento no qual o acervo crescia, o MNOP era o primeiro espaço que materializava a ideologia da FG, influenciando também, posteriormente, o edifício concebido por Wright. Seguindo as ideias de Rebay, o projeto do MNOP, de autoria do arquiteto William Muschenheim, teria como propósito abrigar a exposição intitulada "Arte do Amanhã", aberta ao público em 1 de junho de 1939. Em relação ao discurso, a semelhança com a visão de Wright está na intenção em se criar um ambiente total ou ambiência conducente à resposta intuitiva. "Deveria ser uma atmosfera macia, rarefeita e relaxante, silenciosa e às vezes misteriosa [...] garantindo que o espectador passivo e contemplativo, dominado por ondas de energia espiritual, flutuasse para níveis mais elevados da existência" (LEVINE, 1998, p. 318, tradução nossa).

Enquanto Wright é conhecido oponente do chamado Estilo internacional, criticando a arte abstrata europeia por sua esterilidade, Rebay, que havia frequentado os círculos da vanguarda no Velho Continente antes de se mudar para Nova Iorque, imprimiu ao MNOP uma fisionomia claramente moderna: linhas simples, leitura da planta livre com paredes divisórias soltas dos tetos, exposição da estrutura no interior, iluminação em calhas lineares suspensas, também aparentes, além da fachada com panos de vidro contínuos (preexistente). Contudo, há um aspecto semelhante ao que Wright pensaria para o MG: as obras de arte, ao invés de apoiadas em cavaletes ou suportes visíveis, eram dispostas de uma forma mais livre e assimétrica (ver Figuras 91, 92 e 94).

Figura 91: Exposição na suíte do casal Guggenheim, Plaza Hotel, 1937.



Fonte: (BASHKOFF, 2009, p. 118)

Figura 92: Galeriano MNOP, 1945.



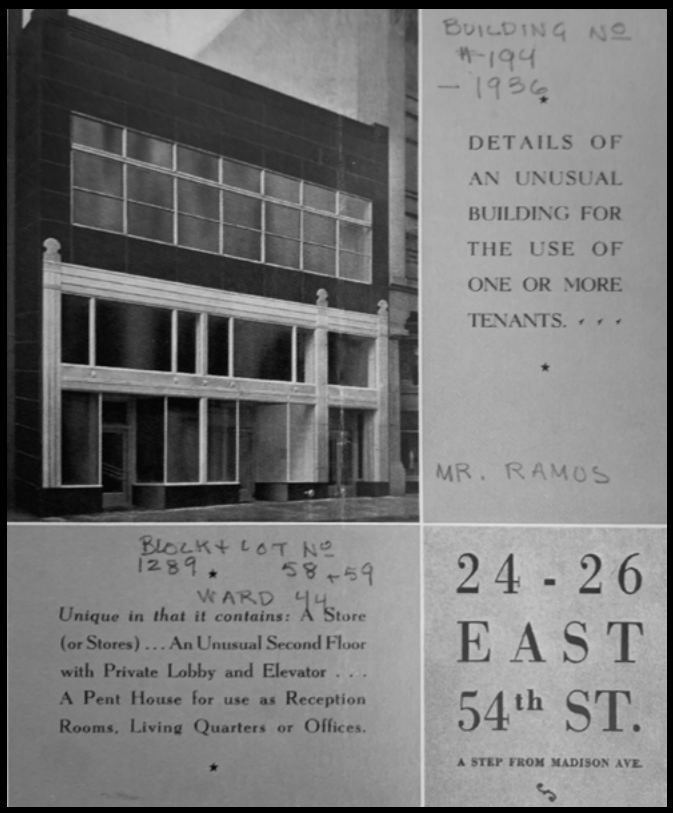
Fonte: (LEVINE, 1996, p. 313)

Figura 93: Anúncio do MNOP da revista Art Digest, 1945.



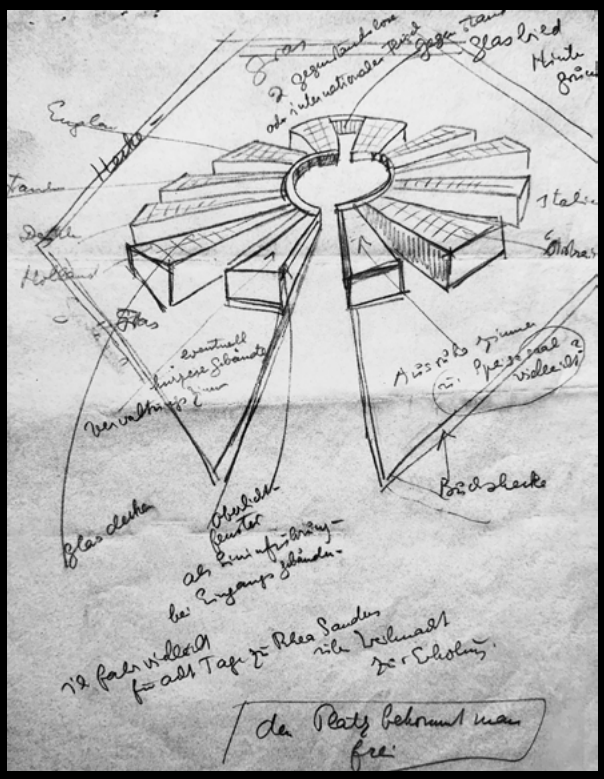
Fonte: (VAIL, 2009b, p. 25.)

Figura 94: Anúncio imobiliário do edifício do MNOP, 1938.



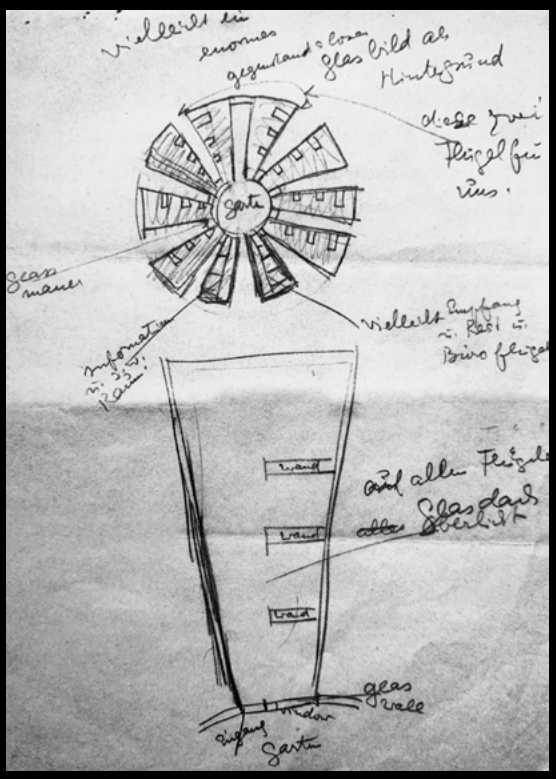
Fonte: (VAIL, 2009b, p. 36.)

Figura 95: Esboço para um edifício na Feira Internacional de 1939, Hilla Rebay, 1937.



Fonte: (VAIL, 2009b, p. 32.)

Figura 96: Esboço em planta baixa de edifício na Feira Internacional de 1939, Hilla Rebay, 1937.



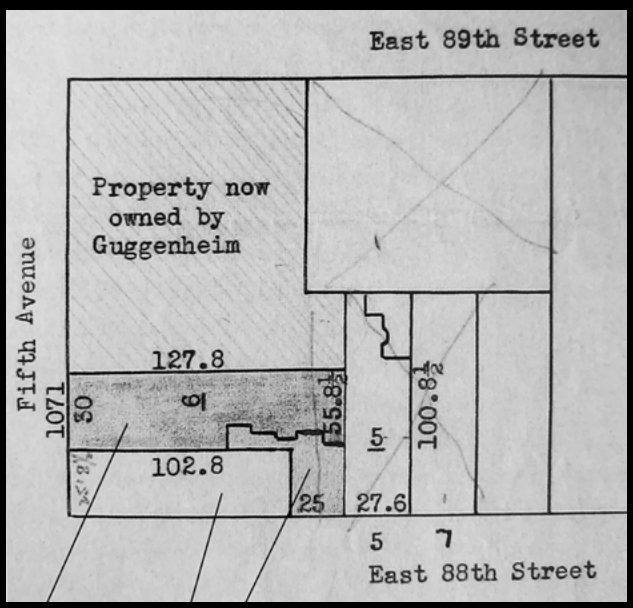
Fonte: (QUAINTANCE, 2009, p. 196.)

Figura 97: Anúncio do MNOP no jornal Herald Times, 26 de março de 1943.



Fonte: (VAIL, 2009b, p. 48.)

Figura 98: Mapa da imobiliária Douglas Gibbons com lotes do futuro sítio do MG, 1947.



Fonte: (QUAINTANCE, 2009, p. 206.)

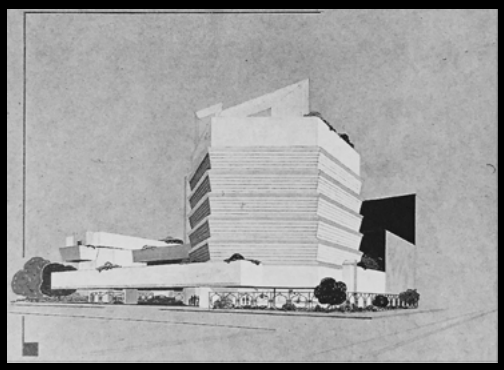
Os princípios da FG foram lançados nos catálogos concebidos por Rebay para essas exposições iniciais, que partiam do conceito de arte não-objetiva e, através de um discurso, que, segundo Levine (1996), remetia fortemente a textos do artista Wassily Kandinsky, apontavam a conexão com a dimensão espiritual (a experiência artística como "espírito religioso da criação intuitiva" (REBAY *apud* LEVINE, 1998, p. 315, tradução nossa), a relação entre arte com natureza e a indicação das três formas de beleza absoluta como figuras geométricas (círculo, quadrado e o triângulo). Assim como Wright, Hilla defendia que para comover o observador, a obra de arte deveria ser orgânica, "uma continuação perfeita de intuição do começo ao fim" (REBAY *apud* LEVINE, 1998, p. 315, tradução nossa).

Com o MNOP ainda em atividade, a assinatura do contrato com o arquiteto para o projeto do MG deu-se em 29 de junho de 1943, contudo, desse período até o início de 1944, as ideias permaneceram apenas em texto, uma vez que o sítio para construção do edifício ainda não havia sido definido. Antes de procurar Wright, Hilla chegou a considerar outros arquitetos para o projeto. Inicialmente, por indicação de Lászlo Moholy-Nagy, Walter Gropius, depois, Le Corbusier (e Pierre Jeanneret), quem conhecia e considerava o maior arquiteto moderno francês. Mas, talvez o candidato com maior potencial tenha sido o arquiteto austríaco, radicado em Nova Iorque, Frederick Kiesler, que havia mostrado à Hilla um estudo para um museu de 14 pavimentos, sem janelas, que a alemã achou muito interessante, como registrou em carta a Bauer, em março de 1931. Porém, a conexão com Kiesler foi provavelmente interrompida porque este assinou o projeto da exposição "Art of this Century" (1942), na galeria de Peggy Guggenheim, com quem Hilla Rebay não nutria boas relações (PFEIFFER, 1986; VAIL, 2009b).

Aparentemente, não houve uma justificativa específica para a escolha de Wright para o projeto. Vail (2009b) defende que Hilla contactou Wright pela primeira vez (em 1 de junho de 1943) acreditando que ambos tinham propósitos de alma e espírito semelhantes. A autora também articula que, com o declínio do relacionamento entre Hilla e Bauer, Wright, mesmo em idade avançada, simbolizava para a artista o novo mundo no qual tinha escolhido viver enquanto o compatriota Bauer, o passado e o país que deixara para trás. Bruce Pfeiffer, que trabalhou com Wright a partir de 1949, reúne em seu livro de 1986 cartas trocadas entre o arquiteto e os clientes, que viriam a ter enorme influência no projeto do MG. Na primeira correspondência enviada por Hilla, de 1 de junho de 1943, a diretora da FG dizia:

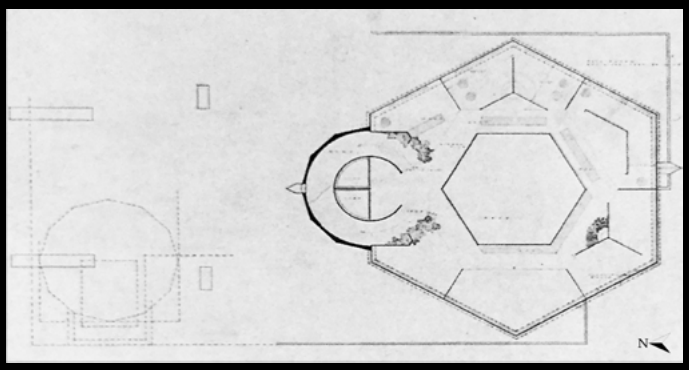
> Em Berlim, uma vez vi sua exposição, que Mendelsohn organizou, creio eu – cuja Torre de Einstein eu presenciei. O funcionalismo dele não concorda com a não-objetividade. Conheci sua irmã em Belcort e ela me disse que o senhor poderia se interessar por nosso trabalho. Eu não acho que essas pinturas sejam para cavaletes. Elas são ordem criando ordem e são sensíveis (e até corretivas) ao espaço [...]. Eu quero um templo de espírito, um monumento! (PFEIFFER, 1986, p. 4, tradução nossa)

Figura 99: Esquema “C”, 1943-44.



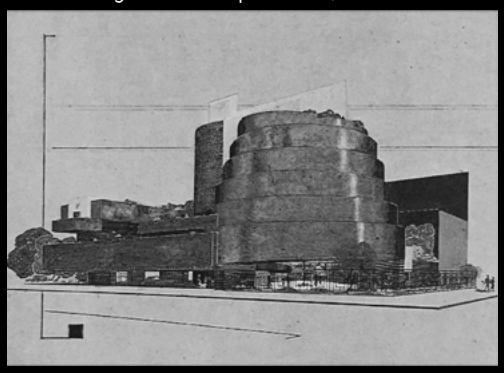
Fonte: (LEVINE, 1998, p. 323)

Figura 100: Planta baixa esquema “C”, 1943-44.



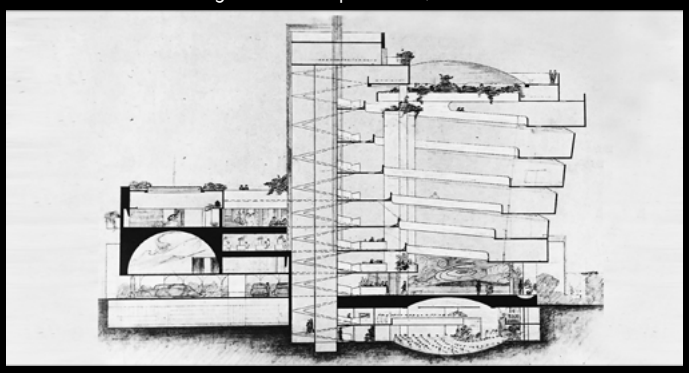
Fonte: (LEVINE, 1998, p. 323)

Figura 101: Esquema “B”, 1943-44.



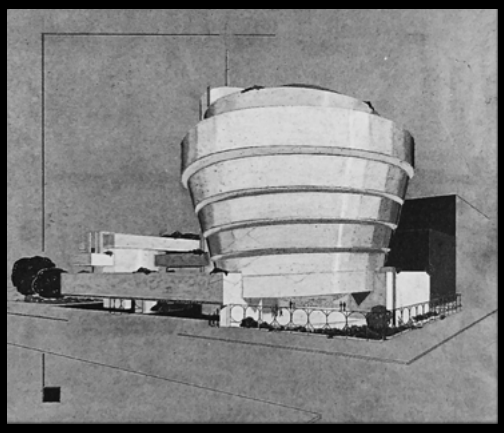
Fonte: (LEVINE, 1998, p. 324)

Figura 102: Esquema “A”, corte.



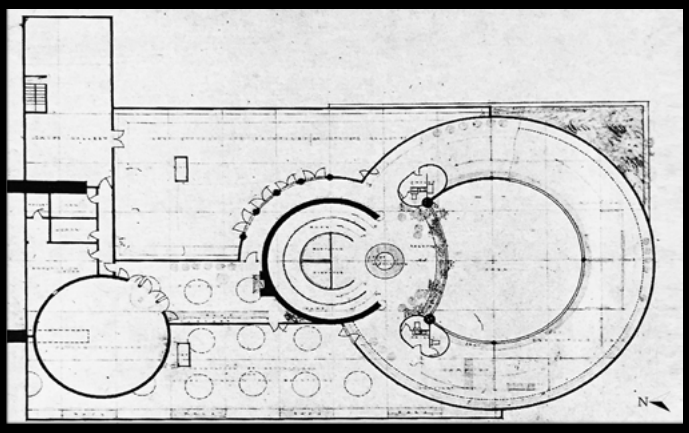
Fonte: (LEVINE, 1998, p. 325)

Figura 103: Esquema “A”, 1943-44.



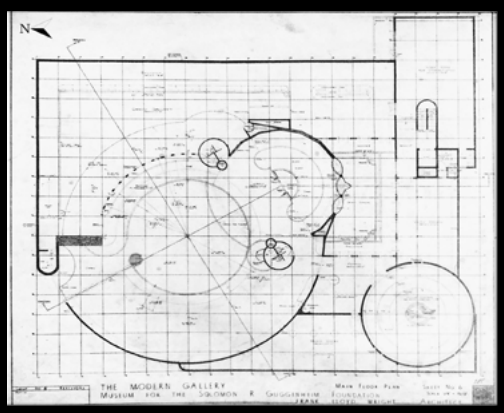
Fonte: (LEVINE, 1998, p. 324)

Figura 104: Esquema “A”, galeria principal segundo nível.



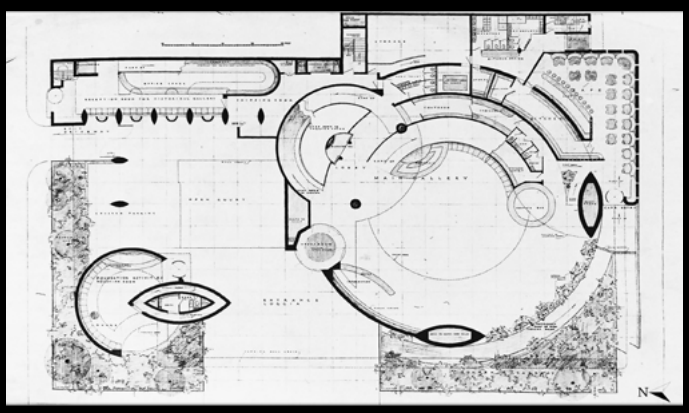
Fonte: (LEVINE, 1998, p. 325)

Figura 105: Segundo nível, com torre maior à direita.



Fonte: (LEVINE, 1998, p. 333)

Figura 106: Pavimento térreo, 1952.



Fonte: (LEVINE, 1998, p. 339)

O arquiteto norte-americano apresentou os primeiros estudos sob a forma de desenhos ao cliente apenas após a aquisição do terreno na Quinta Avenida, na região do Upper East Side, em Manhattan, em março de 1944, onde o museu viria a ser finalmente erguido (LEVINE, 1998; SIRY, 2009; GUGGENHEIM, 2009). Um mapa de 1947 mostra a área que seria ocupada pelo MG com o lote vazio de esquina (hachurado), já de posse da FG, duas propriedades adjacentes na Quinta Avenida e outra na Rua Oitenta e Quatro (ver Figura 98).

O processo do projeto foi longo, incluindo, segundo Pfeiffer (1986), seis conjuntos de pranchas e um total de 749 desenhos. Dentre as propostas apresentadas, destacam-se quatro versões principais, denominadas esquemas "A" a "D", e uma série de revisões ao esquema "A", sobre os quais escreve Levine (1998) (ver Figuras 99 a 106):

> Eram todos baseados no mesmo partido; somente suas geometrias e exteriores em mármore brilhante e colorido diferiam entre si. Um era hexagonal, as outras três, variações de um círculo [...]. O elemento-chave era uma torre de aproximadamente oito pavimentos ocupando a metade direita do conjunto, com as galerias localizadas ao redor de um átrio aberto, coroado por uma cúpula de vidro. O esquema "A", desenvolvido e aprovado pelo cliente em julho de 1944, mostrou dois volumes circulares principais – galerias e átrio ao sul, e a torre administrativa ao norte – e um terceiro cilindro menor contendo um elevador sacado para o exterior, a oeste da torre da galeria (LEVINE, 1998, p. 332, tradução nossa).

Em uma conferência à imprensa em 1945, em Nova Iorque, a maquete do edifício mostrava uma mudança significativa em relação ao esquema "A": as duas torres foram espelhadas na direção norte-sul e, o cilindro menor, girado em 30 graus. Cercado por uma rampa menor, o elevador era provavelmente a parte mais inalterada do projeto. Várias revisões ocorreram após essa apresentação, notadamente o retorno dos dois volumes principais à orientação norte-sul original. Após a morte de Solomon G., em 1949, o restante do terreno, hoje ocupado pelo edifício, foi adquirido, conformando-se a versão final para a implantação do edifício (ver Figura 107).

No mesmo período, a FG começou a mudar o direcionamento inicial de abrigar apenas as obras de arte abstrata já adquiridas por Solomon, levando à renúncia de Hilla Rebay e à contratação, em 1952, de James Sweeney, ex-curador do MoMA. Nessa época, foi estabelecido o leiaute geral que viria a ser construído e, após algumas revisões de menor porte, em 1956, a construção teve início. Wright faleceu em 1959, antes da abertura do museu, mais tarde naquele mesmo ano.

Quando Wright foi formalmente contratado para o projeto do MG em junho de 1943, antes ainda de ser definido o terreno para a implantação do edifício (o que ocorreu em 1944), escreveu uma carta para Hilla Rebay, em 20 de janeiro de 1944, na qual podemos identificar semelhanças com alguns dos aspectos mencionados por Hillier e Tzortzi (2011) e Peponis (1993) de interesse para este estudo:

> Um museu deveria ser um espaço estendido, expansivo e bem proporcionado, da base ao topo – uma cadeira de rodas dando voltas neste, para cima e para baixo, através. Nenhuma parada em nenhum local e as divisórias desse espaço gloriosamente iluminadas, de cima, conforme apropriado a cada grupo de pinturas ou pinturas individuais, como você quisesse classificá-las. A atmosfera do todo deveria ser luminosa, de brilhante à escura – em todos os lugares desejados: uma grande calma e largura permeando todo o edifício etc. [...] (PFEIFFER, 1994, p. 6, tradução nossa).

A ideia de movimento de pessoas é evidente, enfatizada pela presença de uma cadeira de rodas movendo-se com facilidade em um leiaute espacial com divisórias soltas do teto, conformando um espaço unificado, com escala agradável, no qual exposições e edifício estariam conectados de modo contínuo. Em declaração mais tardia, de junho de 1958, Wright enfatizou um espaço tridimensional curvilíneo (em espiral), o movimento do visitante e a relação desse tipo de circulação com a exposição de obras de arte:

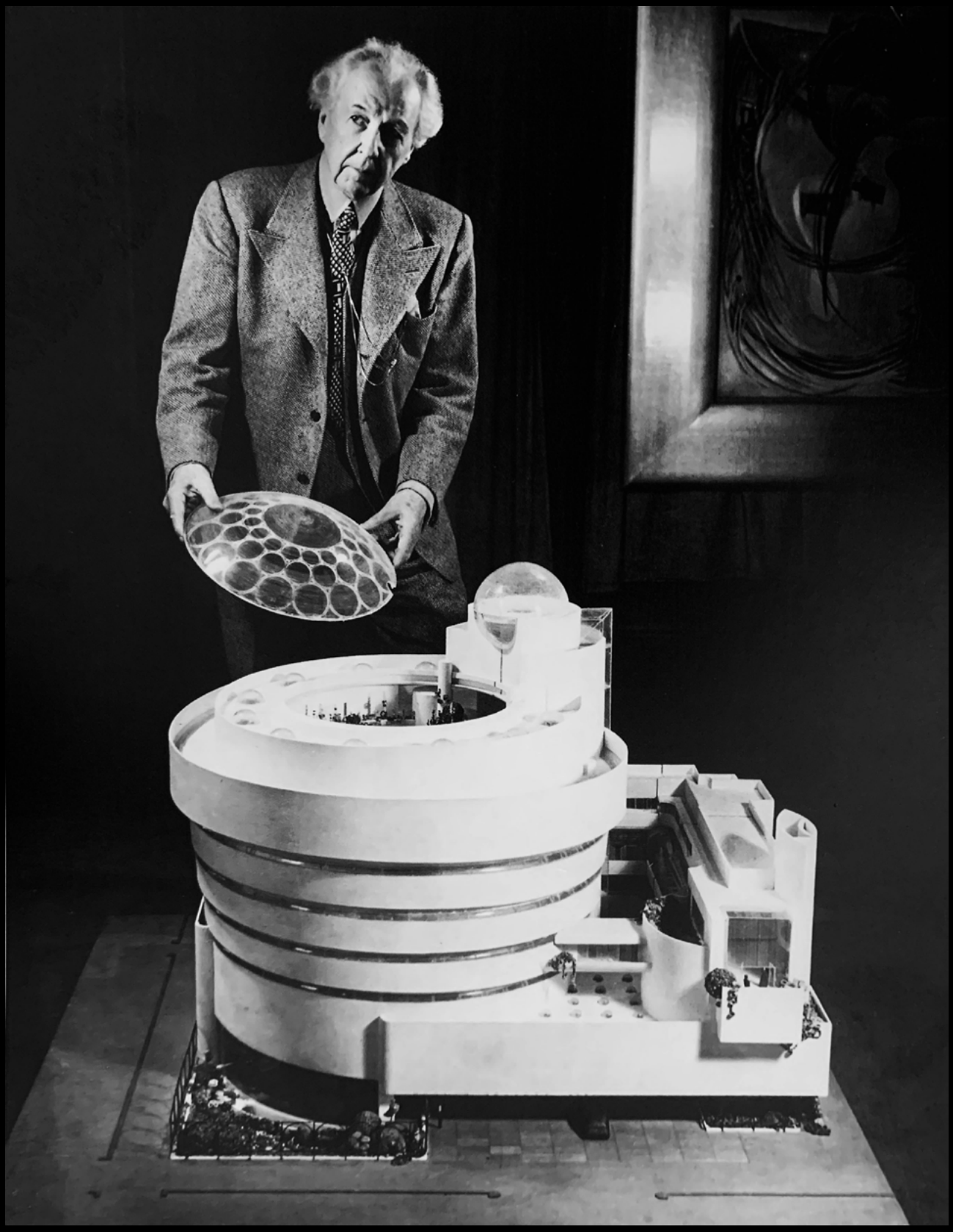
> Paredes inclinam gentilmente para fora, formando uma espiral gigante para um propósito bem definido: uma nova unidade entre espectador, pintura e arquitetura. Como planejado, na fácil deriva para baixo do espectador na espiral gigante, pinturas não são para serem vistas eretas como se pintadas nas paredes atrás delas. Gentilmente inclinadas, apontadas levemente para cima para o visitante e à luz, de acordo com o movimento circular da espiral, as próprias pinturas são enfatizadas nelas mesmas e não devem ser afixadas 'retas', mas graciosamente submetidas ao movimento conforme estabelecido por aquelas paredes curvas massivas (WRIGHT *apud* PFEIFFER, 1994, p. 7, tradução nossa).

A noção de museu como espaço social está na referência de Wright ao tipo de atividade (ver as pinturas submetidas ao movimento) e encontros sociais (espectadores estariam circulando em um espaço contínuo, propício a encontros interpessoais) que um projeto pode facilitar, o que é evidente em um de seus esboços do interior do museu, de 1958, com pessoas relaxadamente sentadas, vendo arte, sozinhas ou em grupos, engajando com o espaço e entre si, não apenas com pinturas (ver Figura 108). As palavras do arquiteto também sugerem uma apreciação equilibrada da arquitetura e da arte, embora, tenha privilegiado a escala do edifício em detrimento das diferentes escalas de espaços de exposição.

Nesse sentido, de acordo com o projeto original, que posicionava todas as galerias na rotunda, estas variavam em escala apenas quanto à largura das rampas (e profundidade dos nichos), mas o pé direito e visadas não ofereciam variações significativas. Configuracionalmente, as galerias eram semelhantes entre si, espaços convexos em sequência linear contínua, que, ao ganharem largura, tornavam-se multipartidas na face voltada às paredes limitantes pelo acréscimo de nichos nos intercolúnios. Como veremos adiante, com as futuras reformas que o museu sofreria, haveria a introdução de outros tipos de espaços expositivos, fora do anel espiralar concebido por Wright.

Como vimos até então, se os argumentos de movimento, consciência e encontro raramente são considerados objetivos principais na fase de concepção de um edifício, conforme defendeu Peponis (1993), o projeto de Wright, ao contrário, considerou essas funções gerais desde sua concepção, uma vez que o arquiteto tratou o movimento e a interação visual dos corpos como definidores do espaço do museu.

Figura 107: Maquete apresentada à imprensa, Nova Iorque, 1945.



Fonte: (LEVINE, 1996, p. 329.)

Assim como Le Corbusier o fez para o projeto do Musée Mondial, Wright pensou de forma específica sobre o modo como os visitantes deveriam movimentar-se no museu, o que talvez esteja melhor explicitado em uma conversa, de 1948, com Ben Raedburn, seu editor na Horizon Press, que perguntou ao arquiteto porque havia decidido fazer o projeto do MG em espiral. Wright respondeu detalhadamente e com extrema clareza:

> Ben, eu sempre achei que quando você vai a um museu de arte, do modo como tem sido projetado e construído nos últimos quatrocentos ou quinhentos anos, você anda e anda olhando para as diversas pinturas, esculturas, coleções, o que quer que seja. E quando você acaba, tem que rastrear seus passos, vendo a coisa toda de novo, apenas para voltar de onde começou. Agora, o que eu queria alcançar com este museu era acabar de uma vez por todas com o "para" e o "e de onde", o para trás e para frente, e conceder uma melhor circulação para se ver pinturas. Você sabe, neste edifício, você chega vindo da rua principal para um pátio generoso bem iluminado, pega o elevador para o topo e começa sua descida em uma rampa gradual e confortável. A qualquer ponto em sua visita, você pode olhar para o átrio, ver onde você esteve e para onde você vai depois. Se seu olho capturar uma pintura específica mais abaixo, você pode dirigir-se ao elevador, sempre tangente à rampa à medida que faz sua evolução, e pedir ao ascensorista que o leve a dois pisos abaixo, de volta para cima ou o que quer que deseje. Quando você encerrar a visita, você estará de volta a onde começou. Pode ir à pequena lanchonete para um café ou chá, comprar alguns cartões ou livros se desejar, tudo no pavimento térreo, e eventualmente você estará no exterior, na Quinta Avenida. Não há de refazer o circuito. Você já fez a visita uma vez, sempre andando para frente, e, ao final, você está bem na entrada (PFEIFFER, 1986, p.111, tradução nossa).

Além da circulação prevista por Wright, o interior do edifício é extremamente controlado, com os visitantes quase inteiramente removidos do contato visual com o exterior, em um ambiente independente e removido do espaço público da cidade, uma estratégia similar à implementada na VC Morris Gift Shop (San Francisco, 1948-1949), único projeto de Wright anterior ao Guggenheim executado com uma rampa circular similar, porém, com apenas dois pavimentos (SIRY, 2009). Considerando que um espaço rotulado é capaz de reproduzir tipos específicos de relações sociais e de poder entre várias categorias de usuários (MARKUS; CAMERON, 2002), quanto à relação intrínseca e ativa entre sociedade e espaço, cerne da teoria da SE, o Monitor do MG certamente exemplifica esta condição.

Componente no projeto original de Wright, a torre menor, era localizada na extremidade oposta à maior (zigurate invertido), alojando escritórios, salas para funcionários e apartamentos (posteriormente removidos) para Solomon e Hilla Rebay. Na planta e, principalmente, no corte referente a essa porção do projeto, tem-se a clara identificação da hierarquia estabelecida pelo projeto, que posicionava os funcionários de mais alto escalão nos pisos superiores e os de posições menos importantes (rotulados de staff) nos pavimentos inferiores (ver Figuras 109 a 111).

Tamanha a força da hierarquização configurada no Monitor, que, mesmo após a reforma e ampliação, na década de 1990, quando os antigos escritórios foram convertidos em espaços de exposição, mantendo o seu vazio central, as relações sociais originalmente pensadas parecem manter-se à medida que a vigilância anterior dos funcionários de mais alto escalão (nos pisos superiores) sobre aqueles trabalhando nos pisos inferiores foi substituída por aquela dos seguranças e funcionários sobre os visitantes da loja, no térreo, o que também passa a atrair potenciais clientes enquanto estes visitam as galerias e avistam o espaço comercial dos níveis acima (ver Figuras 112 e 113).

Essa configuração, somada à quase total ausência de aberturas externas, reforça o controle (o mundo em si mesmo) pensado por Wright, ilustrando que o projeto "opera contra o pano de fundo da legalidade e que essa legalidade é, em si, enraizada nas propriedades da forma" (PEPONIS, 1993, p. 54, tradução nossa), cujo entendimento pode ser facilitado pela aproximação da SE, aplicada nas observações *in loco* e na análise apresentadas mais adiante. Antes, resumiremos as reformas mais significativas desde 1959 que resultaram nos leiautes usados nessas observações.

3.5 As reformas mais significativas no MG

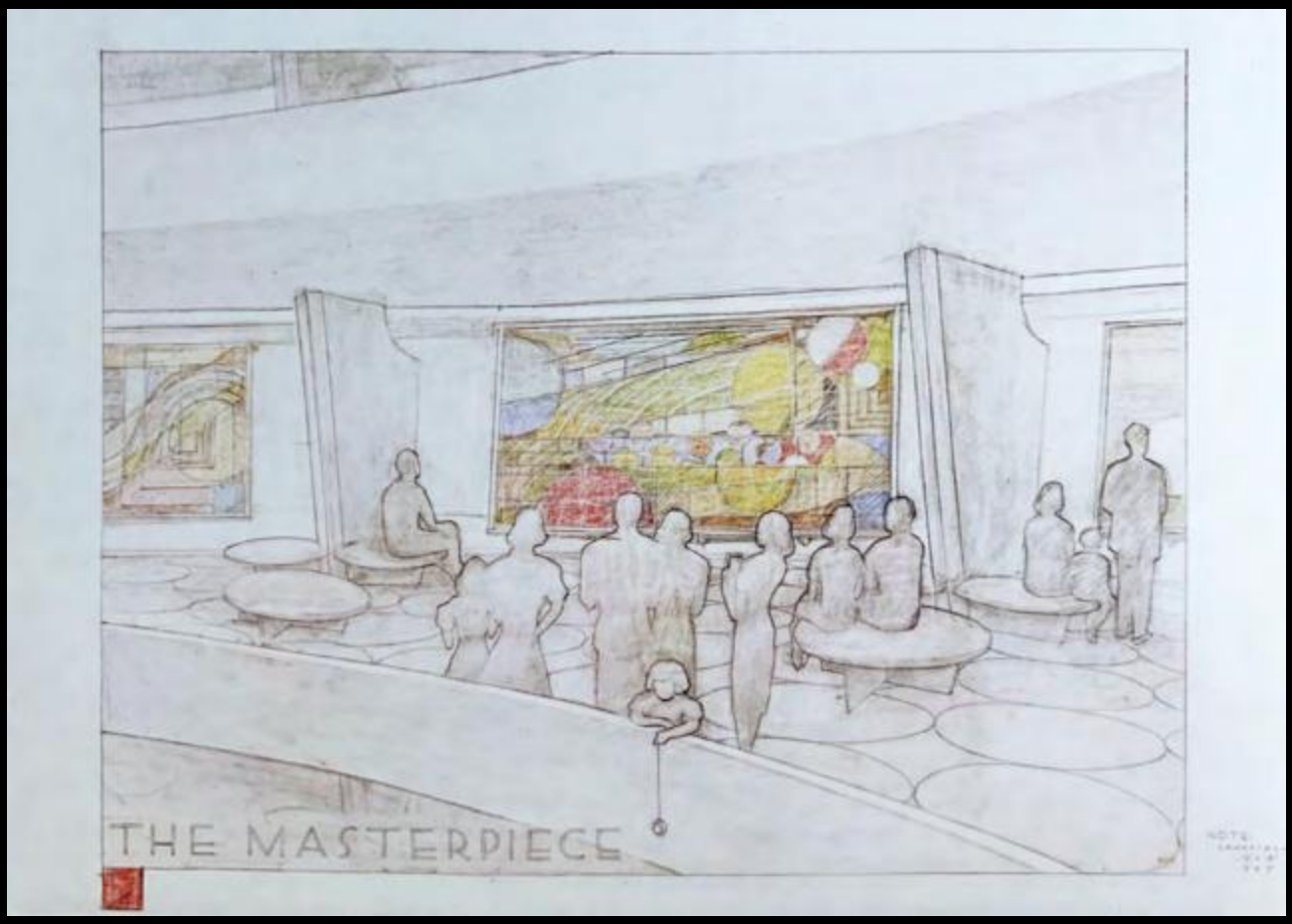
Várias reformas ao projeto inaugural do MG aconteceram desde sua inauguração, em 1959, e, pelo que pudemos perceber desde que começamos nossas observações *in loco*, continuam a acontecer, ainda que em escala menor. Neste estudo, para mapeamentos e rastreamentos, consideramos como base o leiaute resultante da reforma mais significativa, o projeto de Gwathmey Siegel and Associate Architectsm (GSAA), na década de 1990, que levou à inclusão do anexo na porção nordeste do lote, e à conversão do antigo monitor em espaços expositivos. (ver Figura 113 e 114).

Outras reformas anteriores relevantes incluíram: conversão da antiga biblioteca, locada no volume do monitor, em espaço expositivo (1965); um anexo de quatro pavimentos, incrustado no lote existente, com a função de depósito (1968); o fechamento com vidro no térreo entre a torre maior (zigurate invertido) e a menor, do antigo monitor (1974); e a transformação de um antigo depósito/área janitorial na área da rampa, então subutilizado, em uma sala de leitura (1978) (NEWHOUSE, 2006).

Desde a década de 1960 houve tentativas de ampliar a conexão entre as duas torres que compunham o volume inaugural do MG. William Weslley Peters, genro de Wright e arquiteto do então escritório Taliesin Associated Architects (que sucedeu ao estúdio do mestre), converteu a biblioteca do antigo monitor – que era separada da rampa por uma ponte no segundo nível – em um novo espaço de exposição para abrigar a recém-adquirida coleção de Justin K. Thannhauser (1965). Essa alteração concedeu um caráter estático à experiência de ver a arte a qual Wright tinha procurado evitar, problema causado pela abertura, em forma de arco, entre a galeria principal e esse novo espaço expositivo, o que acabou interrompendo o fluxo contínuo da espiral (NEWHOUSE, 2006; LEVINE, 1996) (ver Figuras 115 e 116).

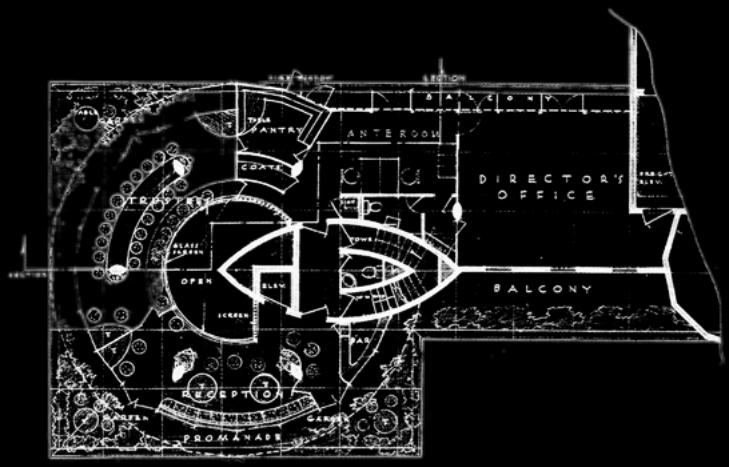
Na mesma década, em um segunda intervenção (1968) de Weslley Peters, um anexo de quatro pavimentos voltado ao de armazenamento e à conservação, foi encaixado na porção nordeste da planta existente, segundo Newhouse (2006), ficando de pé sobre fundações tão grandes que poderiam suportar um edifício de dez pavimentos.

Figura 108: Esboço de vista interna do Museu Solomon R. Guggenheim, Frank L. Wright, 1958.



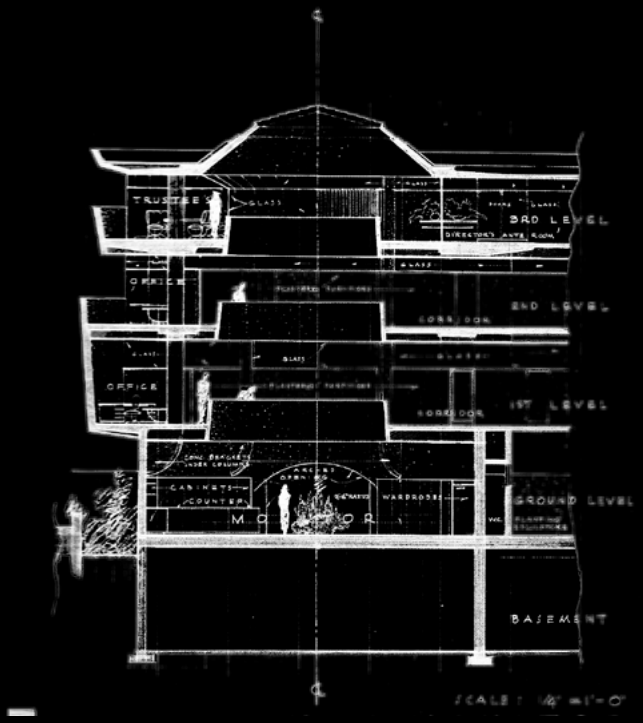
Fonte: (PFEIFFER, 2009, p. 118. (recorte nosso))

Figura 109: Planta baixa torre Monitor, F. L. Wright.



Fonte: (KIRKHAM e PERKINS, 2009, p. 115 (recorte nosso))

Figura 110: Corte torre Monitor, F. L. Wright.



Fonte: (KIRKHAM e PERKINS, 2009, p. 115 (recorte nosso))

Figura 111: Funcionários no Monitor, vistos do segundo nível, provavelmente em 1959.



Fonte: (KIRKHAM e PERKINS, 2009, p. 116 (recorte nosso))

Figura 112: Vista do segundo nível do antigo Monitor hoje, com exposições acima e loja no térreo.



Fonte: o autor

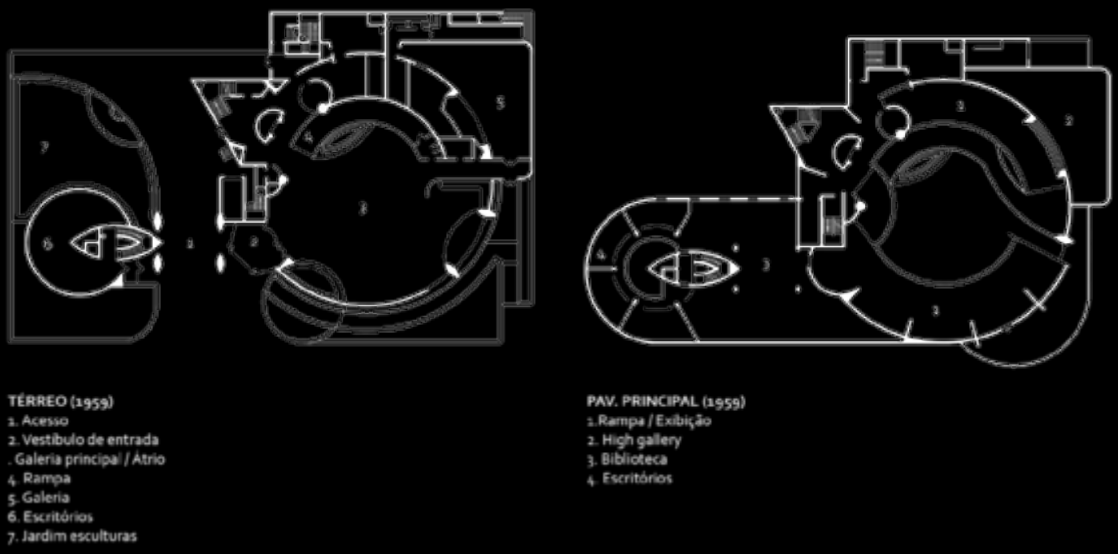
De volta ao arranjo volumétrico bipolar original no museu, o objetivo de Wright era enfatizar a natureza propulsiva e escultural entre os dois volumes principais, as torre do monitor e das galerias em espiral, separando-as por um vazio no piso térreo e uma ponte no nível superior. Em 1974, outra mudança também assinada por Peters ratificava as tentativas de alterações visando atenuar essa separação: propôs um fechamento em vidro para abrigar uma biblioteca e um salão de chá, no piso térreo, onde antes se dava a passagem de automóveis. Conforme Newhouse (2006), o que poderia parecer um acréscimo discreto, imprimiu uma ‘ ênfase negativa à ideia original de bipartição volumétrica e programática, levando o crítico de arquitetura, Martin Filler, a dizer posteriormente que esta foi “a mais doentia e desfiguradora das alterações” (FILLER 1986 *apud* NEWHOUSE, 2006, p. 164, tradução nossa) propostas para o museu até então (ver Figuras 117 e 118).

A última das reformas importantes foi também a menos criticada, prevendo a transformação de um espaço em desuso adjacente às galerias da rampa (originalmente usado para manutenção/depósito), na Aye Simon Reading Room. O projeto, de autoria do arquiteto Richard Meier, consiste em um local dedicado à leitura, onde visitantes têm acesso a, sobretudo, publicações sobre o museu. A passagem criada para acessar a sala, diferente do grande arco aberto para conectar a coleção de Justin K. Thannhauser às galerias da rampa, é de dimensões modestas, situada ao centro do intercolúnio, de modo que tem menos interferência na continuidade do fluxo progressivo nas galerias.

Em 1985, o MG anunciou planos para acrescentar uma nova ala, projetada pelo escritório GSAA, provocando bastante controvérsia pública, como em 1956, quando vários artistas (Willem de Kooning, Franz Kline, entre outros) haviam feito um abaixo assinado contra as galerias curvilíneas de Wright. Quase trinta anos depois, os nova-iorquinos juntaram-se à comunidade arquitetônica contra o novo anexo, justificado pela FG pela necessidade de acréscimo de áreas administrativas e de exposições, pois a galeria adjacente à rampa só comportava 3% do acervo permanente e a espiral servia a exposições temporárias (NEWHOUSE, 2006; MONTANER, 1990).

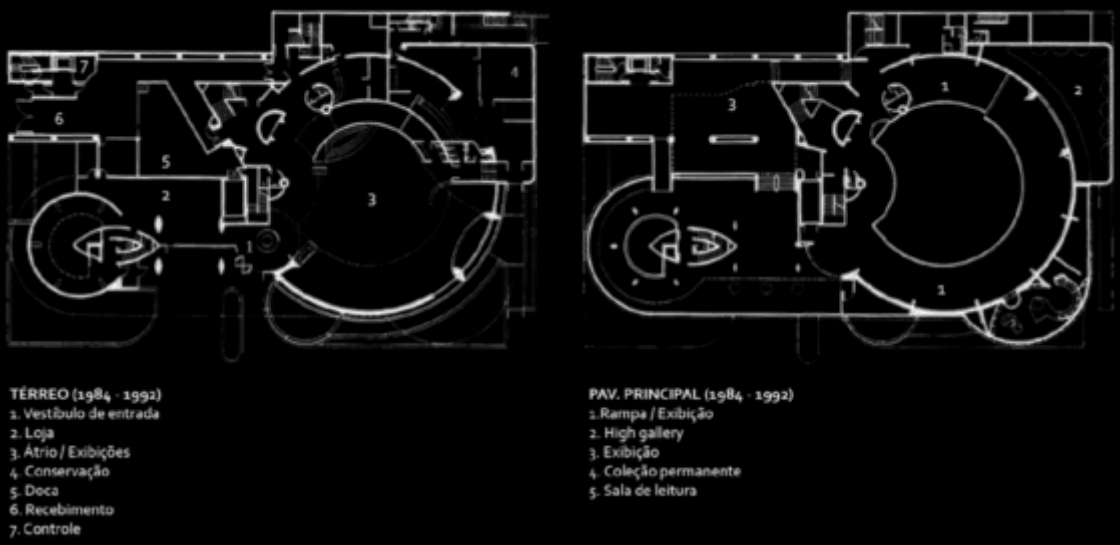
O projeto de GSAA teve duas versões principais. A primeira, com anexo de 11 pavimentos no lote na East 89th Street, supostamente no local que, em 1952, Wright havia pensado uma expansão de 15 pavimentos, justificativa refutada por aqueles que conheciam o projeto, como o arquivista de Taliesin West, Bruce Pfeiffer, que afirmou tratar-se do adjacente edifício residencial, não mais em posse da FG (ver Figura 119). Comparada pelo público a um vaso sanitário de caixa acoplada, metade da torre, revestida em cerâmicas na cor verde, flutuava por sobre o antigo monitor. Newhouse (2006) diz que a altura exagerada foi uma tentativa apressada da FG de se antecipar ao tombamento do edifício, ao qual estaria suscetível quando completasse 30 anos, em 1989 (LEVINE, 1996; NEWHOUSE, 2006; PFEIFFER, 1986; MONTANER, 1990).

Figura 113: Pavimento térreo e galeria principal, 1959.



Fonte: WESTON, 2011, p.89 (edição nossa)

Figura 114: Pavimento térreo e galeria principal, por Gwathmey Siegel and Associate Architects.



Fonte: MONTANER, 1990, p.88 (edição nossa)

Figura 115: A experiência de continuidade na galeria da rampa do MG.



Foto: foto da autora, janeiro 2016.

Figura 116: Continuidade da experiência da visitação da rampa em espiral é interrompida.



Foto: foto da autora, junho 2017.

Figura 117: Torres menor e maior separadas por passagem de automóveis, no térreo, e ponte no piso superior. Fonte: STOLLER, 1959.



Disponível em: https://www.artsy.net/artwork/ezra-stoller-guggenheim-museum-frank-lloyd-wright-new-york-ny-2, acesso junho 2018.

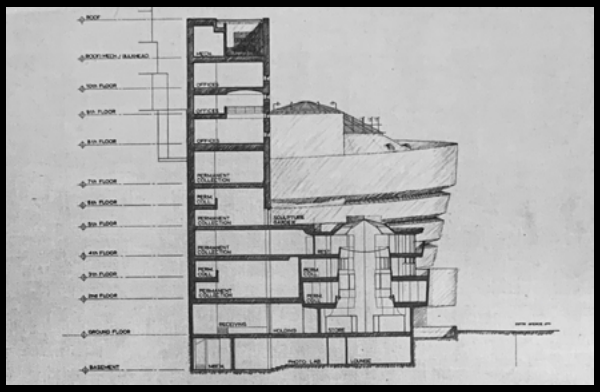
Figura 118: Antiga separação entre torres menor e maior com fechamento em vidro, hoje ocupado por loja.



Fonte: Foto do autor, 2017.

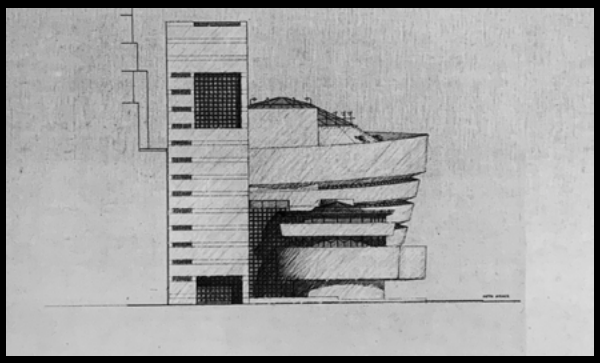
A segunda versão foi influenciada pelo acadêmico Edgar Kaufman Jr. (cuja família contratara o projeto da casa Fallingwater (1935)). Respondendo à justificativa de GSAA, Kaufman indagou se considerariam adotar uma lâmina não obstrutiva, o que, uma vez aceito, levou à redução da área do projeto em quase 530m^2 e das largura e altura da torre em, respectivamente, 4 e 9 metros, bem como à substituição do revestimento cerâmico por pedra calcária na cor bege. Para Montaner (1990), isso implicava que o novo edifício atuaria mais como um pano de fundo do que como um protagonista (ver Figuras 120 a 122). Em 1986, o projeto foi submetido ao City's Board of Standards and Appeals sob pedido de alteração de zoneamento para autorização da construção, eventualmente aprovado. A obra, iniciada em 1990 e concluída em 1992, incluía ainda 930m^2 de subsolo para auditório e depósito. Positivamente, o projeto proporcionou um sensível restauro do edifício, o retorno do restaurante ao térreo e a exposição de partes antes não vistas, como o clerestório e a galeria no topo do museu, antes isolada como depósito (NEWHOUSE, 2006).

Figura 119: Corte transversal, Gwathmey Siegel and Associate Architects, 1989.



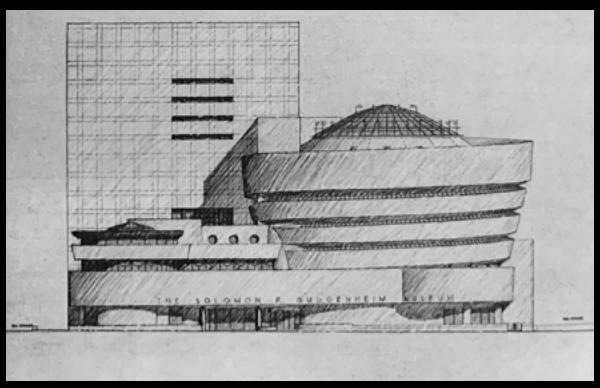
Fonte: (MONTANER, 1990, p. 88)

Figura 120: Fachada norte, Gwathmey Siegel and Associate Architects, 1989.



Fonte: (MONTANER, 1990, p. 88)

Figura 121: Fachada oeste, Gwathmey Siegel and Associate Architects, 1989.



Fonte: (MONTANER, 1990, p. 88)

Figura 122: Maquete física, Gwathmey Siegel and Associate Architects, 1989.



Fonte: (MONTANER, 1990, p. 89)

4.

PROGRESSIVIDADE: AFERIÇÃO DOS ESTUDOS DE CASO

4 PROGRESSIVIDADE: AFERIÇÃO DOS ESTUDOS DE CASO

4.1 Observando o MG

A aproximação adotada para discutir, na perspectiva da SE, a configuração espacial singular concebida por Wright para o emblemático museu dá-se a partir da comparação do seu leiaute inaugural, de 1959, com sua posterior renovação e anexo, em 1992, pelo escritório nova-iorquino, Gwathmey Siegel and Associate Architects. O estudo baseia-se em documentos históricos, análise dos leiautes espaciais do pavimento térreo e da galeria principal desses dois momentos do museu e em observações *in loco*, ponto de partida da nossa aproximação ao objeto de estudo, a qual apresentaremos nesta seção.

4.1.1 Sobre observações in loco

O campo das investigações em comportamento ambiental (CA), no qual permeia nosso estudo, tem influenciado, de modo profundo, a prática da arquitetura, do design, do paisagismo e do planejamento urbano. Um dos métodos utilizados nessa área é o da observação sistemática do comportamento de pessoas em ambientes. Aqueles que fazem as observações "olham para como um ambiente físico dá suporte ou interfere em comportamentos ali acontecendo, especialmente os efeitos colaterais que sua configuração tem nas relações entre indivíduos ou grupos" (ZEISEL, 2006, p. 191), gerando, com isso, dados acerca das "atividades das pessoas e as relações necessárias para sustentá-las; sobre regularidades de comportamento; sobre usos esperados, novos usos e maus usos de um lugar; e sobre oportunidades comportamentais e restrições que o ambiente fornece" (ZEISEL, 2006, p. 191, tradução nossa).

As observações *in loco*, todas realizadas de modo não obstrutivo, aconteceram em dois macro períodos: primeiro, no final de 2015 até a metade de 2016 e, depois, no final de 2018 até a metade de 2019. As visitas ocorreram, sobretudo, nos meses de dezembro, janeiro e julho, além de abril do ano de 2016, incluindo apenas os espaços acessáveis pelo público em geral.

Em geral, visitas ao local de investigação acontecem para que o pesquisador tenha um entendimento preliminar acerca do objeto estudado, sobretudo no que diz respeito às formas de utilização do espaço, para que, posteriormente, seja possível tomar decisões mais específicas, como, por exemplo, onde posicionar áreas com potencial para observações mais direcionadas. Quando alguém observa comportamento, rapidamente passa a ter consciência "das atividades repetitivas em locais identificáveis – o que Barker (1968) chama de 'padrões sobressalentes de comportamento'. Atividades específicas a lugares neste padrão são mais inter-relacionadas do que padrões de atividades em outros locais" (ZEISEL, 2006, p. 195, tradução nossa). Barker defendia que o comportamento deveria ser estudado sem manipulação externa ou imposição de estrutura e, em vez de inventar condições artificiais em laboratório, acreditava no estudo das configurações de comportamento que já existiam usando métodos que exerciam o mínimo de influência

possível sobre a situação estudada, dependendo quase exclusivamente da observação não reativa de pessoas em seus ambientes comuns (CHARLES; SOMMER, 2012).

Como foi visto na seção anterior, alguns dos aspectos que têm sido de interesse das pesquisas no campo da SE – os padrões de movimento de pessoas, a experiência visual e a copresença que o espaço potencializa são alguns exemplo – coincidem com a concepção de Wright para o MG, e esses também direcionam os propósitos das observações realizadas no ambiente do museu. Quando se deseja investigar o comportamento de pessoas em movimento – no caso, visitantes do museu – em um leiaute existente, observações no local é um recurso importante para a obtenção de dados quantitativos sobre o movimento real e a ocupação de usuários no ambiente, o que pode ser usado para testar previsões futuras acerca do uso do espaço. Essas observações são normalmente alocadas em certos pontos de modo a assegurar uma cobertura efetiva das atividades de movimento e ocupação em áreas alvo (AL-SAYED *et al.*, 2014)

Zeisel (2006) considera quatro qualidades no método de observação do CA: empático, direto, dinâmico e variavelmente intrusivo. O caráter empático vem do fato de que pesquisadores rapidamente têm a noção de qual é o caráter de uma situação observando pessoas, o que faz com que adentrem uma dada configuração. Essa qualidade pode ser exemplificada pelo que fez Jane Jacobs em sua obra *The death and life of great american cities* (1961), baseada, em grande parte, em observações comportamentais que realizou enquanto residente do bairro nova-iorquino do Greenwich Village. Essa relação ajudou a autora a descrever, empaticamente, como era habitar em uma rua onde pessoas olhavam pela janela para pedestres, crianças brincavam na calçada vigiadas por pais e vizinhos, e consumidores atuavam como pontos de notícia e guardiães da rua, o que, claro, se não houver hipóteses formuladas, pode levar a generalizações. No caso do autor do desse trabalho, o fato de ter sido residente da cidade de Nova Iorque por quase 10 anos e, durante o período, ter constantemente visitado o MG, provavelmente ampliou a relação empática com o edifício e com as observações que viria a fazer, de modo formal, anos depois.

Já a qualidade do método de ser direto tem a ver com o fato de pessoas, quando sabem que estão sendo observadas ou entrevistadas, tenderem a, por exemplo, não quebrar certas regras. Assim como um comportamento que é aceitável a um conjunto de indivíduos, pode quebrar as normas de outro grupo maior. No MG, por exemplo, mesmo que não haja avisos sobre essa restrição, os visitantes não podem chegar a certa distância do peitoril que encerra as galerias na rampa em espiral (talvez por sua baixa altura, de pouco mais de 80cm) sem que os seguranças os proíbam, e, ainda assim, pudemos observar com frequência pessoas discretamente apoiando-se ou lançando o corpo para além do elemento em busca da melhor vista ou fotografia possível do adjacente átrio.

Quanto ao dinamismo de observações *in loco*, esse ocorre essencialmente porque quando o pesquisador observa comportamento "o que você vê muda: atividades afetam outras atividades; episódios acontecem" (ZEISEL, 2006, p. 194) e, em situações complexas, aqueles que observam também podem perceber reações em cadeia ou aquilo que

Barker (1968) chama de "padrões sobressalentes de comportamento". Após as duas primeiras fases de observação no MG, dada a natureza progressiva desses espaços na concepção de Wright, parecia que o foco das visitações pelo público (considerando o tempo gasto) seria nas galerias da rampa. Na última fase de visitas ao local, na qual seguimos 44 indivíduos da chegada ao final do segundo nível, os resultados confirmaram essa impressão, mas revelaram que um tempo significativo também era gasto nas galerias fora da rampa acrescidas ao leiaute original.

A quarta e última qualidade do método é a de ser variavelmente intrusivo, ou seja, o pesquisador decide que nível de intrusão deve existir em suas observações *in loco*, conforme necessário, e de que ponto de vista físico deve participar nos eventos observados. Neste estudo, atuamos como aquilo que Zeisel chama de "estranho secreto" (ZEISEL, 2006, p. 197), uma vez que se optou por não haver nenhum nível de intrusão, escolha facilitada pelo fato do ambiente em questão ser um museu bastante visitado, portanto, ações como seguir visitantes a partir de uma relativa pequena distância (entre 3 e 6 metros aproximadamente) pôde ocorrer sem que houvesse qualquer constrangimento ou interferência na experiência do observado.

As técnicas de observação *in loco* na SE se assemelham a métodos usados em outras disciplinas e campos, como no CA, mas são especificamente voltadas para observar fluxos de movimento e padrões de uso do espaço em edifícios complexos ou contextos urbanos incluindo uma combinação de ferramentas, tais como: pesquisas e mapas de uso, fotografias em *time-lapse*, questionários e entrevistas que, claro, devem estar adequadas à pergunta da pesquisa (AL-SAYED *et al.*, 2014). A seguir serão enfocados métodos empregados nas observações feitas no MG.

A contagem de portões é um exemplo dos métodos usados para se investigar comportamento social e, no caso de edifícios, servem para observar a densidade de fluxos de movimento de usuários, o que pode levar à coleta de grande quantidade de dados passíveis de serem representados graficamente e estatisticamente. Portões geralmente são escolhidos como locações que cobrem uma área em estudo no intuito de abarcar uma variedade de espaços com diferentes graus de uso (intenso, moderado e baixo, por exemplo). A observação deve durar por volta de 2.5 a 5 min. e acontecer em intervalos regulares, estando portando os observadores um cronômetro e uma tabela, ou similar, para tecer anotações que devem ser realizadas de pé na extremidade de cada portão a fim de maximizar seu campo visual e contar pessoas atravessando uma linha imaginária que idealmente conecta duas partes do ambiente construído. As contagens de movimento são normalmente elucidativas no entendimento das relações entre estrutura espacial e comportamento humano, e a relevância dos locais escolhidos depende de cada pesquisa (AL-SAYED *et al.*, 2014).

Outro método é o de *snapshots* estáticos, que, em edifícios, são usados para registrar os padrões de uso de espaços, sendo de grande utilidade na comparação entre atividades estáticas e em movimento. O rastreamento e mapeamento de atividades atrelados ao fator tempo pode ajudar a identificar padrões do uso do espaço em uma dada área identificando locais com maior incidência de interação. Como procedimento, após a escolha das áreas e posições de observação, que

são atreladas à maximização do campo visual sobre o trecho observado, é preciso que as fotografias sejam apreendidas em períodos específicos (5 minutos é uma boa margem) e em intervalos regulares.

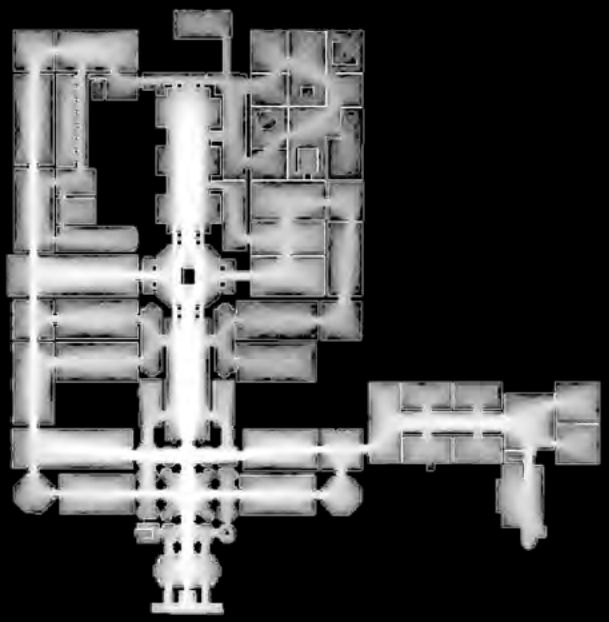
Observar percursos de visitantes, outra técnica utilizada, possibilita rastrear e mapear a dinâmica de fluxos em uma área predefinida ajudando na identificação de padrões de movimento e locais de maior probabilidade de entrada ou saída, bem como na detecção de ilhas onde o tráfego é mais ou menos intenso. Como nos snapshots, as áreas alvo são normalmente escolhidas por terem um leiaute convexo, fácil de se observar, devendo o observador posicionar-se em pontos que maximizam a visão, registrando, assim, o movimento por determinado tempo (cinco minutos) durante intervalos ao longo do dia. Esses registros e mapeamento empíricos podem ser comparados com modelos espaciais gerados computacionalmente potencializando a validação de suposições sobre a influência da visibilidade espacial e do acesso na condição de certos espaços serem, por exemplo, mais hostis ao encontro e à interação de pessoas.

A técnica de seguir pessoas é importante para observar fluxos dispersos a partir de certo ponto de distribuição, como entradas de museu, e pode informar sobre padrões de movimento de um dado local: relação entre as rotas observadas e a distância média percorrida de um ponto a outro. Os sujeitos devem ser escolhidos aleatoriamente e seguidos discretamente do começo de sua jornada, tendo sua rota rastreada até que deixem a área de interesse, alcancem um destino pré-estabelecido ou depois de um dado período (10 minutos, por exemplo). O rastreamento é particularmente eficaz para comparar o movimento real entre pontos específicos e com a análise espacial de agentes autômatos (ver Figuras 123 e 124).

No MG, além de fotografias e observações gerais, as técnicas utilizadas, cronologicamente, foram: rastreamento inicial de 12 visitantes em diferentes horários durante toda a visita destes para familiarização com a técnica; espaço e padrões gerais de movimento (ver Figura 125); contagem do número de pessoas, em um ponto fixo (pé da rampa) no pavimento térreo, que optaram pela rampa ou elevador como meio principal para ascender no espaço, para investigar a relação com a rota prevista por Wright; fotos estáticas do nível 6 (o mais alto acessado pelo público em geral) para registrar os padrões de ocupação no átrio; rastreamento de 44 visitantes em dias de semana, no período da tarde, para observar percursos e compará-los com aqueles de agentes autômatos e avaliação do tipo de engajamento do observado para com o átrio e obras de arte, de modo centrífugo ou centrípeto segundo Peponis (1993) e Eisenman (2006); e, por último, contagem de números de visitantes em nichos de diferentes galerias espirais para detectar a relação entre tempo gasto e a profundidade destes elementos.

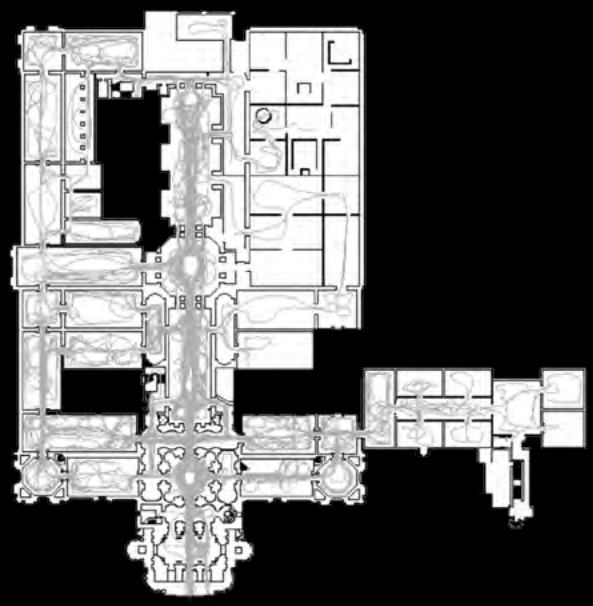
Essas observações foram fundamentais tanto para comparar o comportamento de visitantes no leiaute modificado com a visão de Wright para o MG e com mapas gerados digitalmente por ferramentas disponíveis no corpus da SE, como para definir algumas condições morfológicas matriciais que iriam ser incorporadas às variações criadas para investigar mais a fundo a tipologia espacial da GP, tratadas no capítulo cinco.

Figura 123: Trilhas de autômatos na Tate Britain Gallery, Millbank, Londres, com áreas escuras indicando baixa contagem e as mais claras, contagens mais altas.



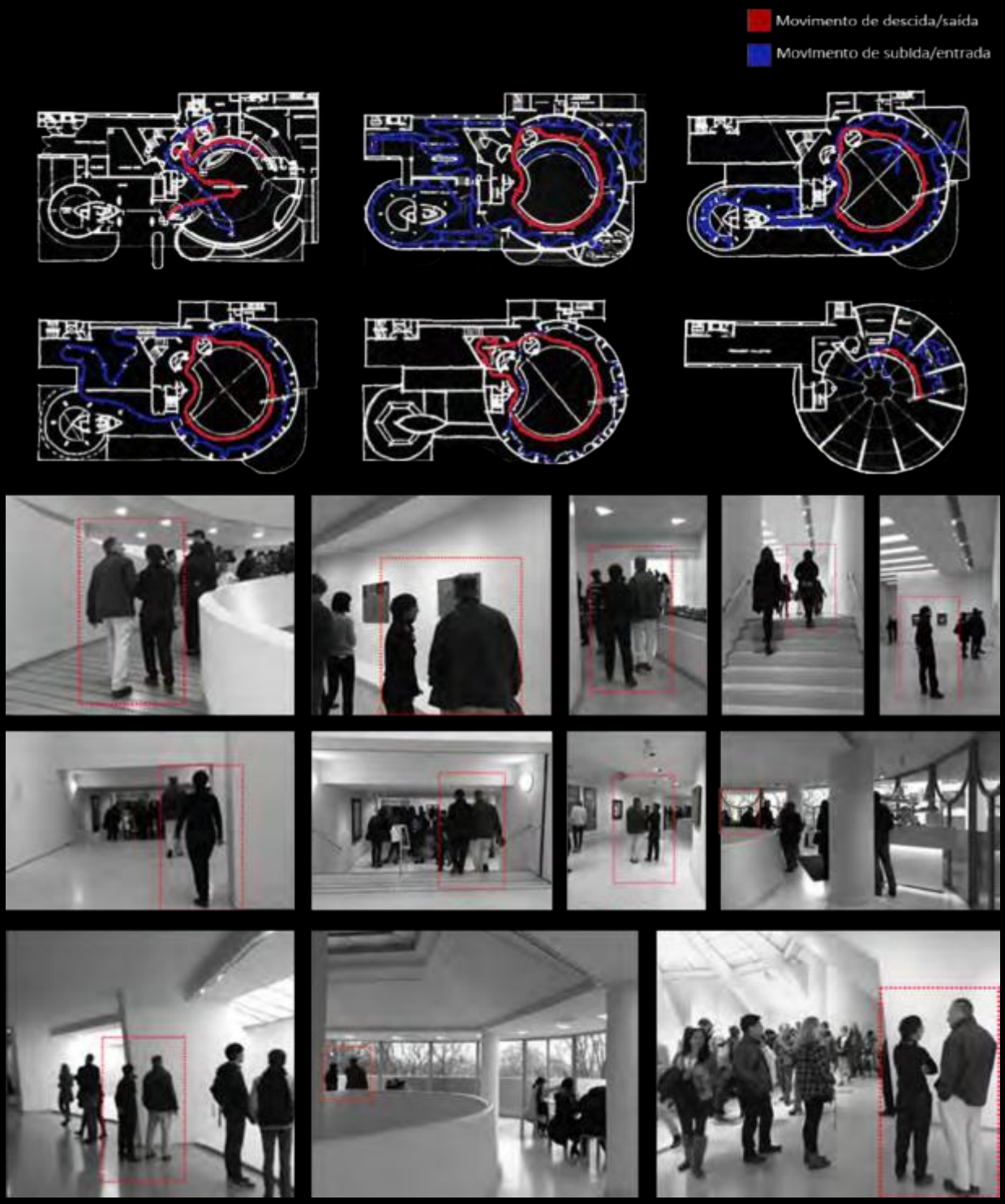
Fonte: (HILLIER et al, 1996, p.15 (recorte nosso))

Figura 124: O movimento real de 19 pessoas seguidas no primeiros 10 minutos da visita na Tate Britain Gallery, Millbank, Londres.



Fonte: (HILLIER et al, 1996, p.15 (recorte nosso))

Figura 125: Amostragem de mapas e fotografias do rastreamento inicial de visitantes no MG.



Fonte: o autor.

4.1.2 Procedimentos e resultados das observações

Por mais que tivéssemos, em várias ocasiões anteriores, visitado o museu, isso nunca havia ocorrido com o propósito de fazer uma investigação específica. Contudo, uma dessas visitas, no ano de 2002, pode ser considerado um marco pessoal. A exposição "Brazil: body and soul", uma mostra das artes no Brasil em duas fases principais, do seu desenvolvimento, com o barroco (séculos XVII ao início do século XIX), ao moderno (década de 1920 até o presente), resultou em um artigo sobre o evento para a revista do Instituto de Arquitetos do Brasil Departamento Pernambuco (IAB-PE) (ROLIM, 2002). Com o museu transformado pelo projeto expográfico do arquiteto francês, Jean Nouvel, as paredes em tom branco haviam sido pintadas na cor preta e o átrio recebia o altar barroco do século XVIII, transplantado do Mosteiro de São Bento, em Olinda. A capacidade de transformação do espaço, independente das críticas que se pudesse fazer acerca da exposição, afetou nossa experiência de visitação e talvez tenha lançado uma primeira curiosidade específica sobre o comportamento de visitantes naquela estrutura espacial.

Mais de treze anos após essa experiência, iniciaríamos os rastreamentos não obstrusivos de visitantes no MG, que aconteceram em duas fases: uma inicial, seguindo 12 pessoas (sozinhas ou em pares) com o propósito de familiarização com o procedimento e a própria dinâmica de visitação no museu, e outra, alguns anos mais tarde, quando observamos e rastreamos 44 pessoas visitando o museu sozinhas. Se na fase inicial as visitas foram feitas em vários dias e horários da semana, durante toda visita ao museu de cada observado, na segunda fase, além do critério de seguir pessoas desacompanhadas, as observações aconteceram apenas em dias de semana, no horário da tarde, concentrando-se na rota desde a chegada ao museu (após passar pelo vestíbulo com porta giratória) ao final do nível 2, o que corresponde a, aproximadamente, um giro completo na rampa espiralar.

Inicialmente, cada percurso foi registrado em plantas simplificadas de todos os níveis do museu. Um aspecto chave no entendimento dos percursos foi observar a escolha do visitante por iniciar seu trajeto via rampa ou elevador, já que Wright havia concebido as galerias do MG a partir da ideia do movimento da "deriva para baixo do espectador na espiral gigante" (Wright *apud* PFEIFFER, 1994 , p. 7, tradução nossa). Desse modo, foi dada ênfase a esse tipo de movimento, que no rastreamento dividimos em duas categorias: o percurso ascendente, indicado na cor azul, e o descendente, na cor vermelha (ver Figura 125). Durante o rastreamento, a descida fluída pensada por Wright foi confirmada e a maioria das pessoas desceu mais rapidamente do que subiu, com pouca ou nenhuma interação com as obras de arte na descida. Na subida, houve maior interação, com paradas de, no mínimo,10 segundos. Um estudo realizado no The Art Institute of Chicago apontou que o tempo médio de observação de grandes obras era de 28.63s, a mediana, 21s e o modo, 10s (SMITH; SMITH, 2017), dados semelhantes àqueles de outro estudo dos autores, no MET, em 2001. Já no átrio, a interação foi mais frequente na descida, com pessoas aproximando-se do peitoril e olhando para cima, para baixo ou através, e/ou capturando fotografias do espaço, de si mesmo ou de acompanhantes.

Figura 126: Visitantes interagindo com o átrio e suas diferentes visadas.



Fonte: autoral, outubro 2016 (edição nossa).

Figura 127: Mosaico mostrando visitantes interagindo com o átrio.



Fonte: o autor.

Figura 128: Visitantes interagindo com obras de arte, junho 2017.



Fonte: o autor.

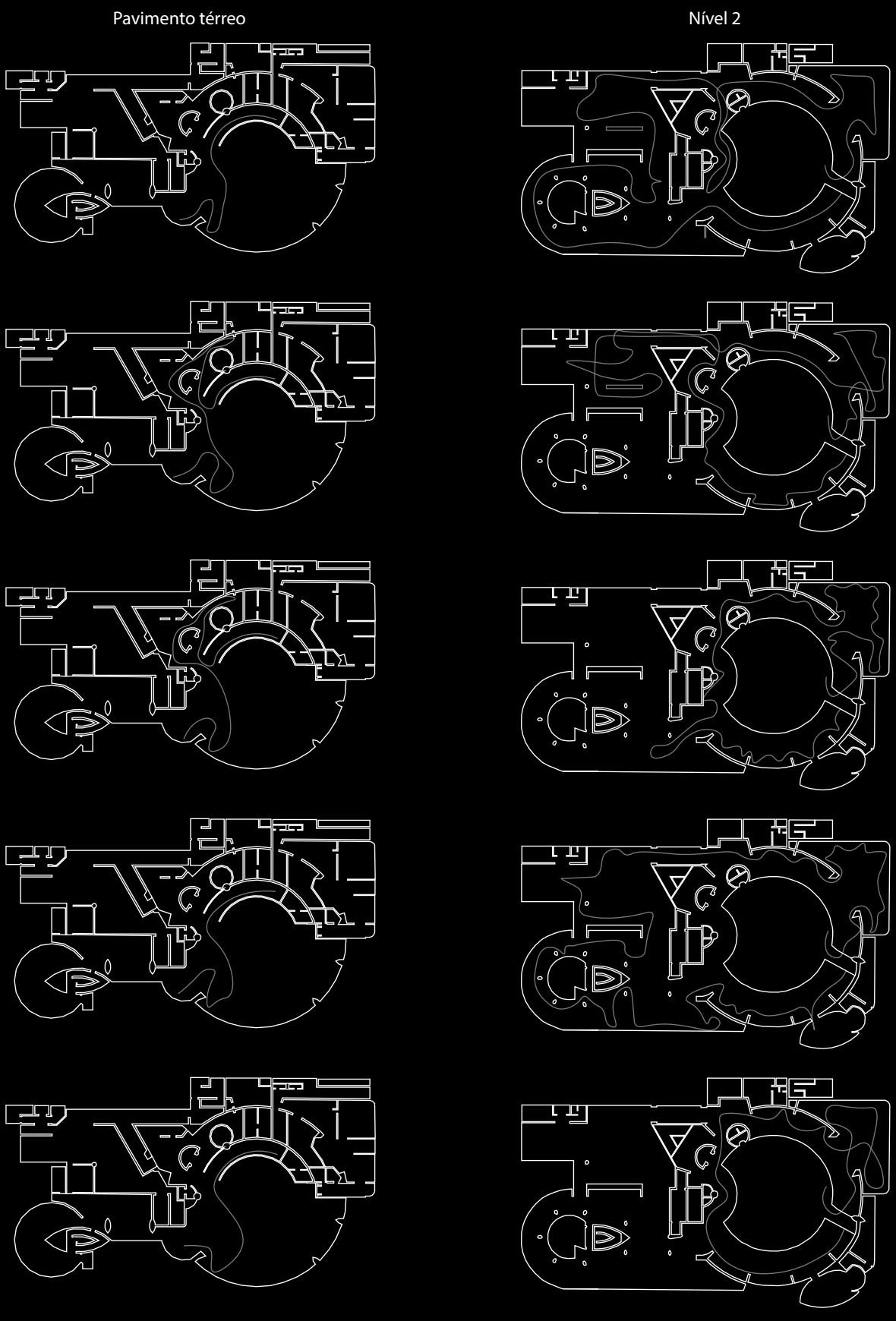
As condições observadas podem ser indicativas de que "a direção da visão é centrípeta quando se olha para o edifício e centrífuga quando se olha para as pinturas" (PEPONIS, 1993, p. 59, tradução nossa) –, ou seja, respectivamente, para o átrio (mais na descida) ou nichos (predominantemente na subida). Quando observamos em mais detalhes o que acontece quando a direção é centrípeta, visitantes são vistos olhando para obras e pessoas através do átrio, sozinhas ou enquanto conversam com seus pares, ou fazendo selfies ou fotos daqueles que os acompanham, mesmo que eles estejam em trechos distintos da grande rampa,o que também está de acordo com a classificação de movimento centrípeto feita por Eisenman (2006) para o MG (ver Figuras 126 a 128).

Esse cenário, por sua vez, desafia as críticas quanto à ideia de que "o principal fluxo de circulação não deixa espaço para efeitos probabilísticos do leiaute quanto à exploração e encontro" (PEPONIS, 1993, p. 59, tradução nossa). Entendendo-se o termo "exploração" como a ênfase no aspecto exploratório do movimento de visitantes no museu (CHOI, 1997) – o que analisaremos melhor a seguir com rastreamentos de um maior número de visitantes –, o fluxo de circulação parece realmente ofertar menos oportunidades de exploração por parte deles. Mas, com base nas condições observadas na rotunda, argumentamos que o edifício foi projetado não apenas como um foco de educação e cultura, típico de outros museus da época, mas também como um espaço social que facilitava encontros entre visitantes, estes entendidos mais no sentido de copresença do que enquanto interação ativa entre eles mesmos (CHOI, 1997), aspecto influente em muitos edifícios culturais a serem projetados após o MG, notadamente a partir do final do século XX até os dias atuais.

As pistas obtidas na etapa inicial foram confirmadas na segunda fase de rastreamentos, quando 44 pessoas foram seguidas, tendo seus percursos mapeados. Para tanto, a observações foram restritas a pessoas desacompanhadas, em dias da semana e no turno da tarde. Visando capturar rotas em níveis principais, os rastreamentos ocorreram, no piso térreo, a partir do acesso ao vestíbulo com porta giratória, até o final do nível 2, iniciando na transição da rampa do térreo com a rampa principal, onde se localizam as galerias curvilíneas. Diferente da fase inicial de rastreamentos, observamos apenas as rotas de subida, já que nenhum visitante abandonou a visita no 2º nível (ver Figura 129).

No geral, pudemos atestar que, assim como na fase inicial, pessoas pararam para observar obras de arte e o átrio durante o movimento ascendente. A média geral de duração do percurso foi de 16 minutos. As durações que mais se repetiram ficaram nos grupos de 6-10 e 16-20 minutos, com 23,4% do total, seguidas daquelas de 15 minutos, com 21% dos casos (ver Gráfico 09), e apenas um visitante navegou por mais de meia hora nos dois pavimentos. Se compararmos essas médias com a média geral da primeira e menor amostragem (12 pessoas), tem-se, para esta última, 66 minutos nos seis níveis do museu, o que daria 11 minutos por nível e 22 minutos para dois pavimentos, valor que se enquadra na duração da visita de 21% dos casos observados na segunda etapa.

Figura 129: Exemplos de mapeamentos digitalizados de percursos de visitantes rastreados no MG.



Fonte: autoral, outubro 2016 (edição nossa)

Em média, 12 minutos foram despendidos na rampa e 4 minutos nas galerias paralelas à esta, confirmando que as galerias acrescidas fora da espiral afetam a experiência de visitação, com pessoas passando um tempo significativo (25 % do total) – pelo menos no trecho da amostragem – nesses espaços de arranjo tradicional (com configuração semelhante à do tipo salas de período), cuja natureza espacial é bem distinta das exposições na grande e progressiva galeria, originalmente pensada por Wright. Contudo, 13 pessoas (29.5%) não entraram nas galerias laterais, dentre as quais 61,5% estão nos dois grupos de visitação mais recorrentes (ver Tabela 03).

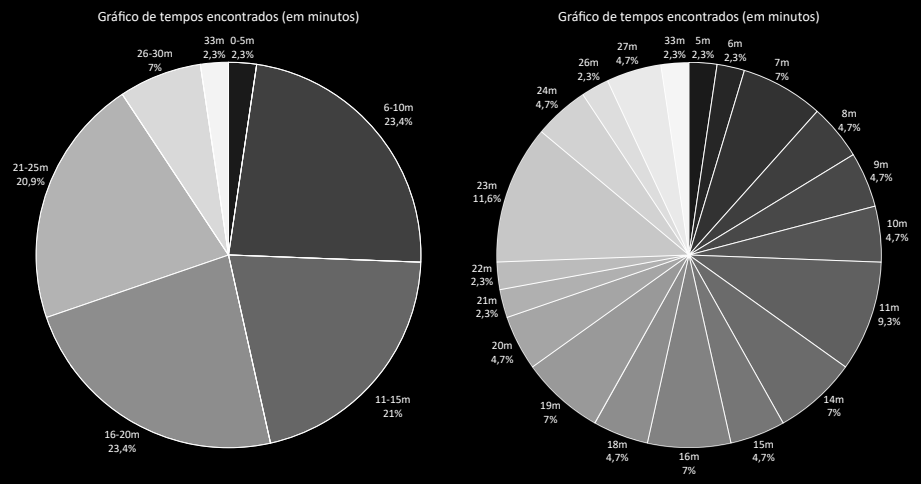
Para um melhor entendimento dos dados, algumas correlações foram feitas associando tempos a distâncias percorridas em diferentes trechos da visita. Adotou-se uma escala de significância com base em Melton (1935), sendo estes os graus considerados: nenhum (0); insignificante (.10 a .19); muito leve (.20 a.39); leve (.40 a .59); moderado (.60 a .79); marcante (.80 a .89); muito pronunciado (.90 a .99); e perfeito (1,0).

Analisando como o tempo foi distribuído no percurso (distância média total de 250.3m), percebe-se que nem sempre aqueles que mais andaram passaram mais tempo na visita, visto que, na amostragem geral, a correlação é quase inexistente (R2=.057) entre estas variáveis (ver Gráfico 11), o que é mais drástico quando isolamos 25% dos percursos de maior duração (ver Gráfico 12) com as variáveis comportando-se de modo oposto entre si (R2=-.27). Isso poderia estar relacionado a inúmeros fatores, como a velocidade de movimento e tempo de parada diante de obras de arte, que, em geral, percebe-se, parece ficar abaixo dos patamares estabelecidos por Smith & Smith (2017), no estudo para o The Art Institute of Chicago, que apontou 28.63s como tempo médio (mediana de 21s e modo de 10s) de observação de grandes obras.

Já a correlação entre o tempo total de percurso e o tempo gasto na rampa é bem melhor, quase marcante (R2=.79) (ver Gráfico 13), o que não acontece em função da distância percorrida total, quando a correlação também é negativa (R2=-.03) (ver Gráfico 14). Quando fazemos as mesmas associações com os trechos fora das galerias da rampa no piso superior, há uma correlação muito leve entre o tempo aí gasto e o tempo total de percurso (R2=.32) (ver Gráfico 15), e quanto à distância percorrida total, a correlação é mais baixa ainda (R2=.04) (ver Gráfico 16). No geral, o tempo de visitação na rampa e o tempo total do percurso nos dois pavimentos são as variáveis que melhor se correlacionam, refletindo a força do espaço criado originalmente por Wright sobre o comportamento dos visitantes, mesmo depois das várias reformas pelas quais passou o museu.

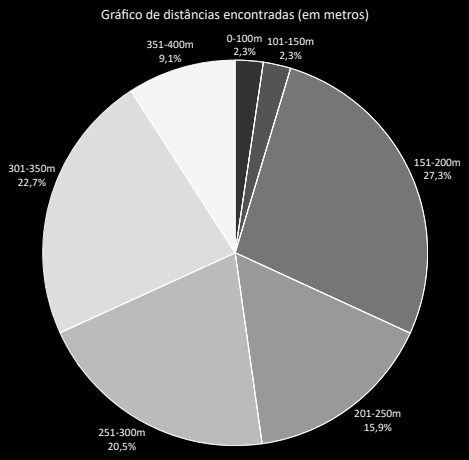
A distância média percorrida apenas na rampa foi de 114.2 metros, enquanto nas galerias acrescidas fora desta, não projetadas por Wright, foi de 104 metros. Isso pode ser em parte justificado pela maior distância linear necessária para percorrer as rampas, bem como pelo fato de ser mais fácil "cortar" caminho nas galerias não espiralares, já que oferecem mais permeabilidades, ampliando as opções de rotas.

Gráfico 09 - Tempos (por grupos e individualmente) de percursos de 44 visitantes observados no MG.



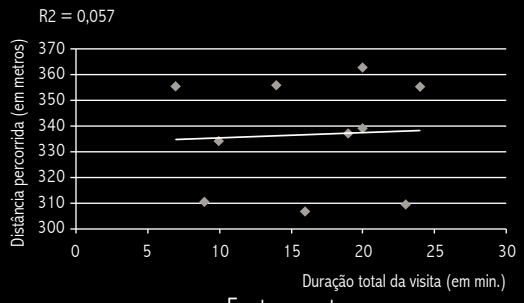
Fonte: o autor

Gráfico 10 - Distâncias percorridas por 44 visitantes observados no MG.



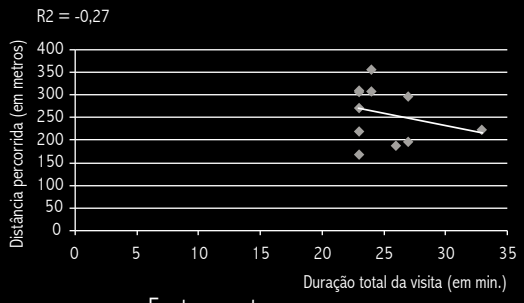
Fonte: o autor

Gráfico 11 - Relação entre tempo de visita e distâncias percorridas por 44 visitantes observados no MG.



Fonte: o autor

Gráfico 12 - Relação entre as visitas de maior duração e distâncias percorridas por 44 visitantes no MG.



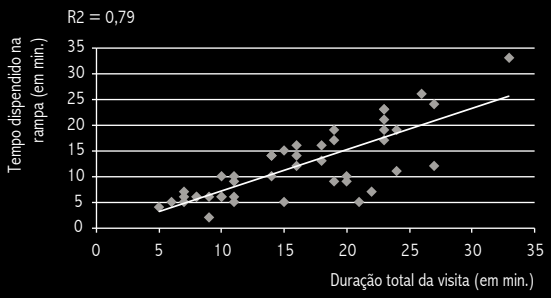
Fonte: o autor

Tabela 03 - Dados extraídos de observações de percursos de 44 visitantes no MG.

Visitante	**Data / Dia da semana da visita**	**Duração total da visita** (em min.)	**Tempo gasto na rampa** (em min.)	**Tempo gasto galerias fora da rampa** (em min.)	**Distância percorrida** (em metros)	**Distância percorrida na rampa pavto. superior** (em metros)	**Distância percorrida nas galerias laterais pavto superior** (em metros)
1	4ª feira	7,00	5	0	80,49	42,84	-
2	4ª feira	7,00	6	0	153,16	100,56	-
3	4ª feira	9,00	2	7	263,28	71,14	139,18
4	4ª feira	6,00	5	1	201,3	107,08	46,39
5	4ª feira	11,00	10	1	198,49	128,27	20,97
6	4ª feira	11,00	9	2	184,59	135,8	12,91
7	4ª feira	18,00	13	5	135,3	90,3	-
8	4ª feira	18,00	16	2	158,81	107,18	-
9	4ª feira	5,00	4	1	191,36	118,36	-
10	4ª feira	23,00	19	4	309,37	134,35	123
11	2ª feira	22,00	7	15	303,53	85,49	131,22
12	2ª feira	16,00	16	0	185,03	120,99	12,29
13	2ª feira	23,00	23	0	219,35	133,89	-
14	2ª feira	15,00	15	0	212,19	135,1	28,69
15	3ª feira	23,00	17	6	270,94	121,67	67,82
16	3ª feira	19,00	9	10	337,14	129,63	154,02
17	3ª feira	19,00	19	0	203,96	147,44	-
18	3ª feira	19,00	17	2	273,26	106,89	117,9
19	5ª feira	33,00	33	0	223,03	154,75	20,23
20	5ª feira	14,00	10	4	177,83	126,65	-
21	5ª feira	26,00	26	0	187,95	139,84	-
22	2ª feira	14,00	14	0	356	176,22	130,79
23	2ª feira	16,00	14	2	306,63	106,74	129,81
24	2ª feira	16,00	12	4	281,37	66,57	132,02
25	5ª feira	23,00	23	0	168,42	118,79	-
26	5ª feira	15,00	5	10	284,33	82,87	149,83
27	5ª feira	10,00	10	0	194,27	111,52	-
28	5ª feira	20,00	9	11	339,17	147,46	143,59
29	5ª feira	27,00	12	15	196,54	133,56	15,54
30	5ª feira	7,00	7	0	355,57	99,14	171,83
31	2ª feira	11,00	6	5	290,38	103,79	126,23
32	2ª feira	8,00	6	2	225,64	85,78	63,08
33	2ª feira	14,00	14	0	175,19	82,15	-
34	2ª feira	21,00	5	16	247,33	63,6	131,55
35	3ª feira	11,00	5	6	273,8	98,17	126,45
36	3ª feira	27,00	24	3	296,24	154,02	93,46
37	5ª feira	9,00	6	3	310,39	135,93	122,46
38	5ª feira	23,00	21	2	306,25	148,5	69,86
39	6ª feira	8,00	6	2	300,03	138,54	122,11
40	6ª feira	10,00	6	4	334,17	141,56	99,48
41	6ª feira	24,00	11	13	307,45	103,12	151,6
42	6ª feira	10,00	6	4	275,48	78,44	148,04
43	6ª feira	24,00	19	5	355,42	119,79	145,91
44	6ª feira	20,00	10	10	362,94	91,75	179,54
Médias		**16,18**	**12,09**	**4,02**	**250,30**	**114,23**	**103,99**

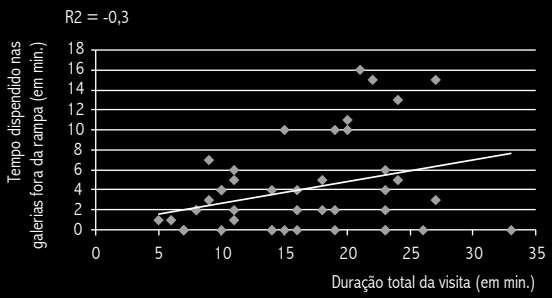
Fonte: o autor

Gráfico 13 - Relação entre tempo gasto na rampa no pavimento superior e tempo total de visita.



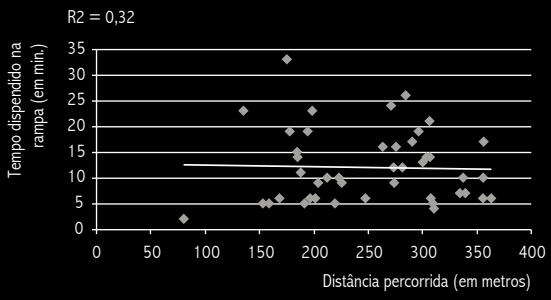
Fonte: o autor

Gráfico 14 - Relação entre tempo gasto nas galerias fora da rampa no pavimento superior e tempo total de visita.



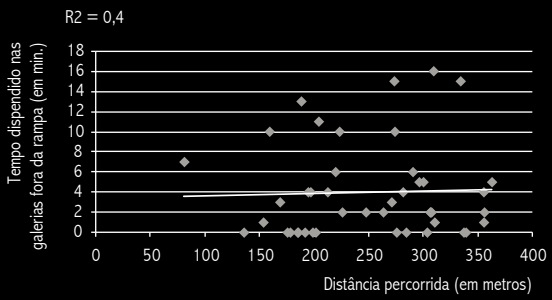
Fonte: o autor

Gráfico 15 - Relação entre tempo gasto na rampa no pavimento superior e distância total percorrida na visita.



Fonte: o autor

Gráfico 16 - Relação entre tempo gasto nas galerias fora da rampa no pavimento superior e distância total percorrida na visita.



Fonte: o autor

Essa característica se reflete nos perfis das trajetórias observadas em ambas as amostragens (12 e 44 visitantes): na rampa em espiral, determinista por natureza, essas são mais lineares, acompanhando a geometria do espaço; já nas galerias de leiaute mais tradicional, com mais alternativas de trajetórias (possibilitando percursos cruzados/atalhos), o padrão de movimento é mais irregular (ver Figuras 130 e 131). Esse comportamento mais bipolarizado é similar ao que vimos no capítulo 2, se o compararmos, por exemplo, às simulações de trajetórias em galerias em linha reta, como a do Louvre, e àquelas híbridas, como a Altes Pinakothek ou o Altes Museum em suas versões completas. Também foi essa condição que influenciou a adição do que chamamos de "células espaciais agregadas" (ou um sistema paralelo de galerias) nas variações morfológicas criadas, cuja lógica geométrica será detalhada no quarto capítulo.

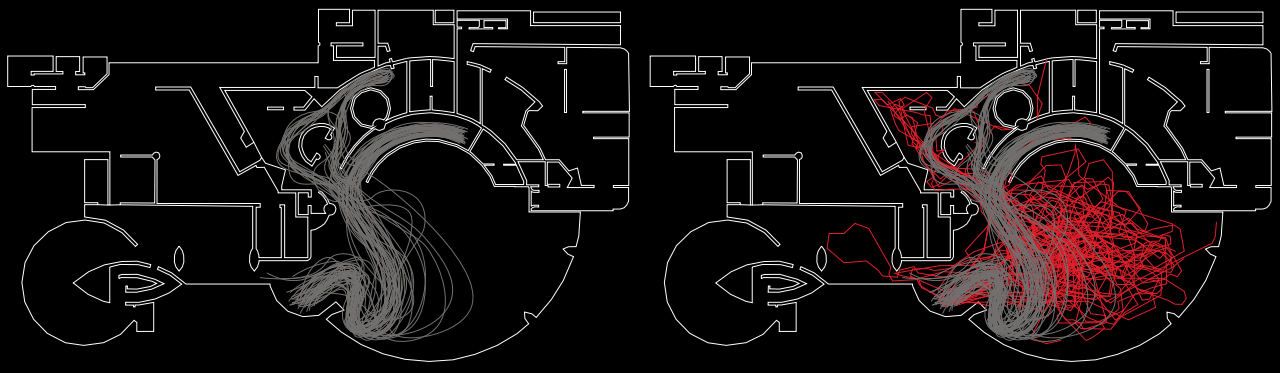
Considerando a distância, o visitante deu, em média, 190 passos para cobrir o trecho observado, uma medida importante, pois, justamente com base no comprimento médio do passo de um adulto, aproximadamente, .77m (TURNER; PENN, 2002), foi determinado o *grid* de .75m x .75m utilizado nas análises de agentes autômatos e VGA's do MG, que abordaremos na seção seguinte, e das variações criadas (discutidas no capítulo 5).

Considerando a média geral de tempo da visita, também chamou atenção nos mapeamentos feitos a interação com a High Gallery (HG), uma sala de alto pé-direito, parte do projeto inaugural do MG, gerada por uma passagem criada na barreira que, de outra forma, encerraria a rampa, à direita do patamar de chegada ao piso superior. A média geral de tempo gasto na HG foi de 3 minutos, o que representa 19% do total da visita, espaço no qual apenas quatro visitantes (9% do total) optaram por não entrar, dos quais dois, inclusive, chegaram a pelo menos lançar o olhar a partir da sua entrada. A HG estava originalmente a quatro degraus acima do nível da rampa (ajustado para um degrau na obra) e, encaixada no intercolúnio, ficaria ao final da rota típica vislumbrada por Wright.

Hoje em dia, de acordo com a lógica expográfica mais frequente no museu, esse espaço localiza-se no ponto de partida da visitação, o que talvez justifique a alta frequência na qual pessoas decidam ali entrar. Comparado à fase inicial de rastreamentos, das 12 pessoas seguidas, todas aquelas que iniciaram o percurso pela rampa no térreo (que foram a maioria) entraram e circularam pela HG em sua trajetória ascendente, contudo, dentre aqueles que optaram pelo elevador como ponto de partida, a maioria (60%) preferiu não entrar nesse espaço em seu movimento de descida. Esse pode parecer um pequeno detalhe na experiência total de visitação, mas não deixa de refletir o quanto a tomada de decisão em relação ao modo de iniciá-la influencia o comportamento no espaço (ver Figura 132).

O rastreamento acima discutido relaciona-se a outro tipo de observação realizada, a contagem de pessoas em um portão situado ao pé da rampa, no pavimento térreo (ver Figura 133). O procedimento foi adaptado daquele normalmente feito (de fluxos horizontais, conforme descrito na subseção anterior) no intuito de se observar se visitantes preferiam a rampa ou o elevador como meio principal para ascender no espaço, já que esta lógica de movimento é parte intrínseca ao projeto de Wright. A partir do referido portão, a contagem foi realizada em duas etapas, primeiro, quando seguimos

Figura 130: Mapas de percursos de 12 visitantes rastreados nos pavimentos térreo e nível 2.



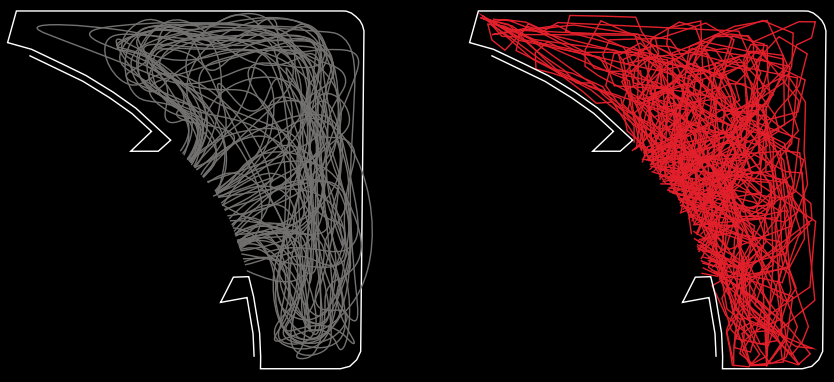
Fonte: o autor

Figura 131: Mapas de percursos de 44 visitantes rastreados nos pavimentos térreo e nível 2.



Fonte: o autor

Figura 132: Detalhe do mapas de percursos de 12 (esq.) e 44 (dir.) visitantes rastreados na High Gallery.



Fonte: o autor

12 pessoas na fase inicial das observações, e, em seguida, 241 visitantes passando pelo local em dois períodos durante um dia de semana, com duração média de 12 minutos cada, o que computou um fluxo de 10 indivíduos por minuto.

Na primeira amostragem, mesmo não havendo uma grande margem de diferença, constatou-se que a maioria dos usuários (58%) foi de encontro ao que o arquiteto havia previsto, utilizando-se da rampa para acessar as exposições. Também foi curioso ver a relação entre o tempo de observação (ou tempo total de visita dos sujeitos) e o meio utilizado para acessar as galerias expositivas: 50 minutos para aqueles que pegaram o elevador e 82 minutos para os que optaram pela rampa. Na segunda e maior contagem, 143 pessoas (59% do total) optaram pela rampa, em contraste com os restantes 41%, que escolheram o elevador. Portanto, as duas amostragens revelaram resultados muito semelhantes em relação aos percentuais de preferência da rampa sobre o elevador, concebido por Wright como o ponto de partida da visita. No âmbito desta pesquisa, não se considerou se a expografia estava organizada do nível 1 ao nível 6 ou vice-versa, porque o objetivo era o de observar o fluxo natural das pessoas em face àquele originalmente projetado para o museu (ver Tabelas 04 e 05).

Já para registrar os padrões de ocupação no átrio, no pavimento térreo, ponto chave do espaço autorreferencial do museu, foram feitas fotografias estáticas do nível 6, o mais alto acessado pelo público em geral. De pé o mais próximo possível ao baixo peitoril, e tendo a câmera voltada ao átrio, foram registradas 23 imagens, com um intervalo de 3 minutos entre as mesmas (ver Figura 134). Um aspecto que se sobressaiu foi a não aglomeração de visitantes no centro do átrio, com uma ocupação mais densa em sua periferia, obviamente na área da bilheteria (parte superior das fotos) e próximo à fonte (parte inferior direita das fotos), que também funciona como banco.

Essa situação só é revertida quando se tem alguma função específica acontecendo no átrio, como algumas visitas de grupos, que comumente sentam-se mais próximos ao centro do espaço. A sobreposição dessas fotos ao mapa axial do átrio será mais detalhada na próxima seção, quando tratarmos da sintaxe do museu, mas, por enquanto, cabe dizer que o fluxo de pessoas alinha-se com os eixos de maior probabilidade de movimento, desembocando nos dois maiores atrativos do espaço, o início da rampa e o hall do elevador.

Concluindo as observações, foi realizada a contagem de tempo gasto pelos visitantes diante de obras de arte – ou tempo de interesse –- em nichos das galerias na espiral, de acordo com a profundidade dessas cavidades. Após várias observações *in loco*, ficou a impressão de que os visitantes passavam mais tempo diante de obras nos níveis superiores do que nos inferiores, nos quais nichos gerados por entre pilares são bem mais rasos, com as cavidades mais profundas ocupando níveis mais altos, levando particularmente à indagação – que não exclui outros possíveis fatores influenciadores, como a subida por meio de elevador ou o interesse específico em alguma obra – sobre uma possível relação entre tempo e profundidade dessas cavidades.

Tabela 04 - Primeira contagem em portão quanto ao tipo de percurso inicial e tempo médio de visita de 12 sujeitos.

Nº de visitantes	Percurso por rampa (R) ou elevador (E)	Duração média da visita	% do total de 12 visitantes
7	R	82 minutos	58%
5	E	50 minutos	42%

Fonte: o autor

Tabela 05 - Segunda contagem em portão quanto ao tipo de percurso de 241 visitantes para ascender às galerias.

Nº de visitantes	Percurso por rampa (R) ou elevador (E)	% do total de 241 visitantes
143	R	59%
98	E	41%

Fonte: o autor

Figura 133: Rampa do térreo, com portão (linha tracejada) e elevador, ao fundo.



Fonte: foto do autor (edição nossa)

Figura 134: Montagem com fotos estáticas do átrio do MG.



Fonte: foto do autor.

Na medida do possível, os nichos foram identificados de acordo com o nível no qual se encontram na rampa, porém, para facilitar o manuseio durante o procedimento e sua posterior visualização, o mapeamento foi feito de modo diagramático sobre uma única planta. Usando um cronômetro, cada nicho foi observado por 10 minutos, computando um total de 147 pessoas, o que conformou uma média de 13 pessoas por nicho. As profundidades consideradas são aproximadas e foram medidas no local usando o passo como referência, uma vez que as plantas disponíveis não estão atualizadas conforme essas dimensões (ver Figura 135).

Os dados foram organizados individualmente em uma tabela geral e depois agrupados de modo a relacionar o tempo de interesse com as profundidades dos nichos. No geral, confirmando nossa percepção inicial, quanto mais profundos os nichos, maior o tempo de interesse, com a média variando de 7.4 seg., nos nichos mais rasos (45 a 75cm de profundidade) a 53.4 seg., nos mais profundos (8.50m). Uma possível influência talvez seja o fato dos nichos mais profundos (do nível 3B em diante) poderem comportar mais peças, já que, além do fundo, seus fechamentos laterais também passam a servir de suporte para exposição. Contudo, nem sempre nichos profundos possuem objetos de arte nessas laterais, como é o caso do espaço 5A, assim como nem sempre há arte em ambas as laterais, como nos nichos 3B, 4A, 4B e 5B (ver Figura 136, Tabela 06 e Gráfico 17).

Mesmo que sua influência não seja descartada, o conteúdo expográfico (a exposição "Six takes on the Guggenheim collection", coletânea do acervo permanente de obras modernas e contemporâneas do MG sob curadoria de seis artistas) não foi considerado. Afinal, é comum estudos defenderem que o leiaute pode ser mais importante para direcionar a atenção dos visitantes do que as características dos objetos exibidos, como a pioneira pesquisa de Melton (1935) e a recente *eMotion*, que rastreia visitantes em um museu alemão usando sensores e processamento digital avançados (TRÖNDLE, 2014; TRÖNDLE *et al.*, 2012), que retomaremos no quinto capítulo.

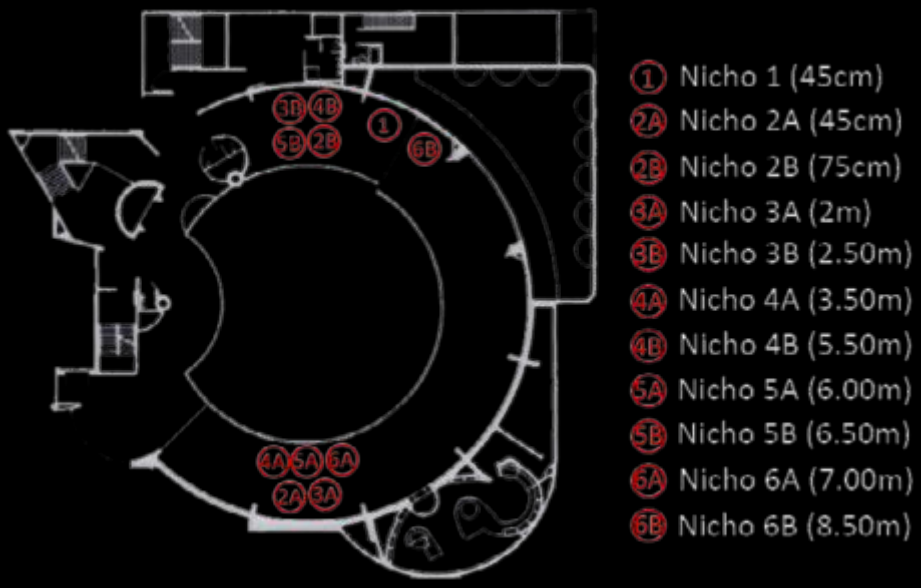
Assim como a experiência bipolarizada entre galerias na rampa e fora destas, a possível influência de espaços convexos acrescidos a galerias progressivas lineares também influenciou o desenho das diferentes variações morfológicas abordadas no capítulo quatro e posteriormente testadas em ambientes virtuais. Todavia, antes dessas etapas, a seguir iremos primeiro tratar da análise sintática do MG, comparando-a com as observações *in loco* discutidas até então.

Tabela 06 - Observação de visitantes diante de obras de arte em nichos nos vários níveis do MG

Observação In Loco de Visitantes Em Cavidades							
Cavidade	**Dimensão aproximada**	**Nível que ocupa no museu**	**Tempo de interesse nas obras de arte observado nas cavidades por nível/pavimento (seg.)**				**Média de tempo (seg.)**
Rasa	45cm a 75cm	1,2A e 2B	Nível 1	Nível 2A	Nível 2B	-	7,4
			2	30	6	-	
			2	1	1	-	
			1	3	1	-	
			10	5	18	-	
			18	5	1	-	
			2	1	5	-	
			2	1	35	-	
			10	5	3	-	
			20	6	3	-	
			10	6	5	-	
			-	7	9	-	
			-	4	2	-	
			-	8	10	-	
			-	-	3	-	
Média (seg.)			7,7	6,3	7,3	-	
Profundidade Relativa	2,00 a 3,50m	3A, 3B e 4A	Nível 3A	Nível 3B	Nível 4A	-	12,6
			3	15	25	-	
			1	9	8	-	
			3	6	4	-	
			2	25	10	-	
			15	8	6	-	
			2	3	5	-	
			2	40	22	-	
			1	62	25	-	
			6	23	8	-	
			7	15	22	-	
			17	1	12	-	
			2	28	6	-	
			3	-	28	-	
			-	-	5	-	
Média (seg.)			4,9	19,6	13,3	-	
Profunda	5,50m a 7,00m	4B, 5A, 5B e 6A	Nível 4B	Nível 5A	Nível 5B	Nível 6A	29,8
			30	6	7	62	
			20	15	5	18	
			6	5	80	2	
			40	10	90	8	
			50	2	20	28	
			15	3	26	65	
			7	4	50	40	
			65	3	87	27	
			-	10	90	55	
			-	4	106	81	
			-	1	38	5	
			-	5	17	-	
			-	4	14	-	
			-	12	-	-	
Média (seg.)			29,1	6,0	48,5	35,5	
Muito Profunda	8,5m	6B	Nível 6B	-	-	-	53,4
			45	-	-	-	
			50	-	-	-	
			126	-	-	-	
			59	-	-	-	
			5	-	-	-	
			135	-	-	-	
			65	-	-	-	
			15	-	-	-	
			34	-	-	-	
			2	-	-	-	
			51	-	-	-	
			-	-	-	-	
			-	-	-	-	
			-	-	-	-	
Média (seg.)			53,4	-	-	-	

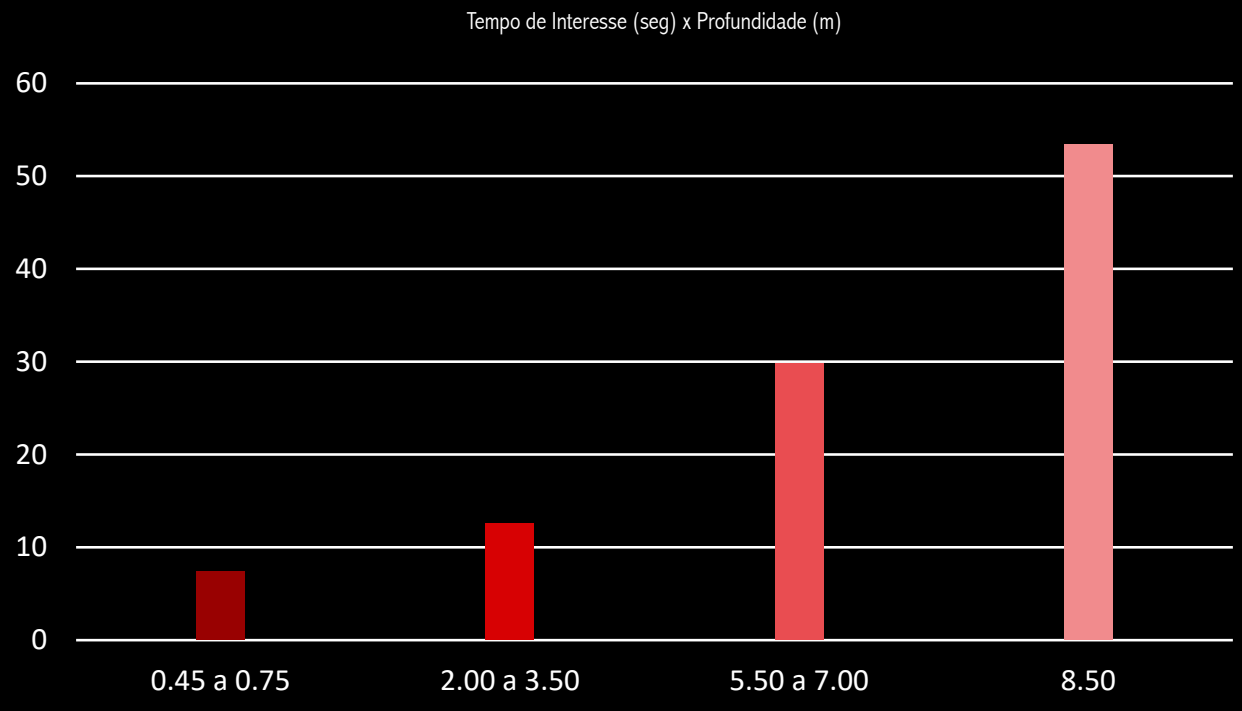
Fonte: o autor

Figura 135: Planta típica nas galerias rampa e nichos observados.



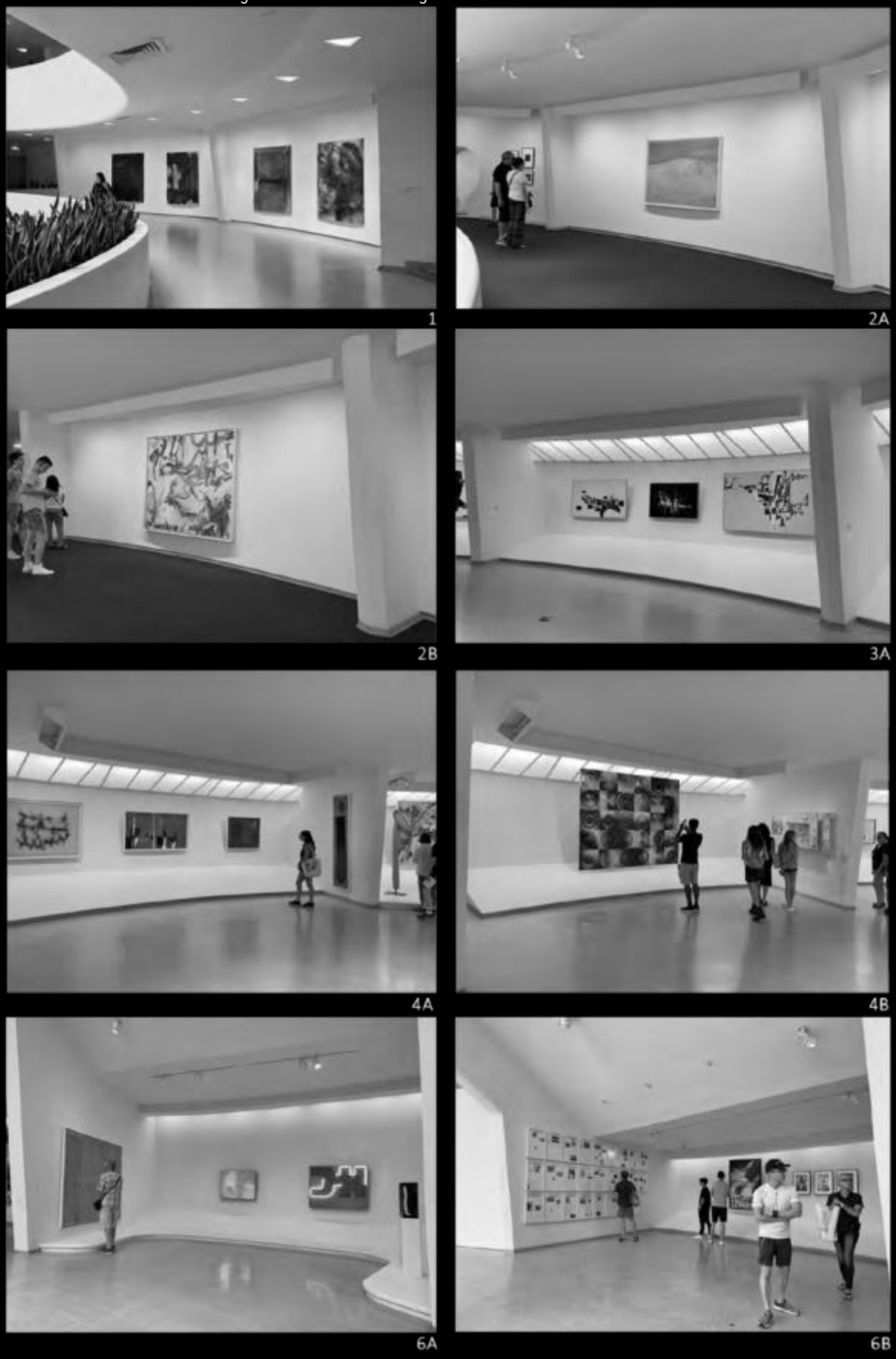
Fonte: (MONTANER, 1990, p. 88 (recorte e edição nossos))

Gráfico 17 - Relação entre tempo de interesse em obras de arte e profundidade de nichos nos vários níveis do MG



Fonte: o autor

Figura 136: Mosaico com alguns dos nichos observados no MG.



Fonte: o autor.

4.2. A sintaxe espacial do MG

> *"Arquitetos sempre falam sobre definir espaços. Então, definem espaço com paredes, com vidro, com um monte de coisas. (....) E depois falam em ativar o espaço – ou seja, mover-se por aquele espaço através de escadas, passarelas, pontes etc. Raramente conseguem fazer o que este edifício faz: define e ativa simultaneamente o mesmo espaço ao mesmo tempo. Porque no Guggenheim é o movimento de corpos no espaço que define aquele espaço."*
> (TSCHUMI, 2010 *apud* The Solomon R. Guggenheim Foundation, 2012, p. 6, tradução nossa)

Estudos em SE já mostraram que os leiautes espaciais parecem ter um efeito probabilístico nos padrões de movimento e encontro de pessoas. Esse campo teórico está interessado na análise de funções gerais que ultrapassam um determinado tipo de edifício, mostrando-se muito útil na compreensão dos padrões de movimento, da consciência e dos encontros de usuários em um dado ambiente, aspectos, segundo Peponis (1993), raramente privilegiados nas fases iniciais de um projeto. Argumentamos que, ao contrário dessa tendência, Wright projetou o MG a partir da premissa de que o movimento e a interação visual dos corpos deveriam definir o espaço.

A prévia contextualização que se traçou sobre o MG estabeleceu as bases para investigar três questões no leiaute concebido por Wright e sua posterior alteração, na década de 1990, pelo escritório Gwathmey Siegel and Associate Architects: padrões de movimento, de copresença e dos encontros entre visitantes. A análise foi realizada através de ferramentas comuns no campo da SE, como mapas convexos, axiais e de visibilidade, grafos justificados, isovistas e análise de agentes autômatos, que geraram uma representação visual e dados acerca das três questões investigadas, que, por seu turno, serão relacionados às observações *in loco*, para, então, chegar-se a algumas conclusões sobre a configuração espacial do museu.

4.2.1 Parâmetros para as análises

Alguns parâmetros foram adotados para esta análise, e, para além dela, também foram aplicados na análise do MCI, projetado por Le Corbusier. Primeiramente, assim como na segunda etapa de rastreamento, foram consideradas apenas as áreas públicas do museu na elaboração de mapas e grafos, no piso térreo e 2º nível, limite condicionado pelo patamar de 10 minutos de tempo de rastreamento, conforme fizeram Hillier *et al.* (1996) no referente estudo sobre comportamento de visitantes em museu realizado para a Tate Britain Gallery, Millbank, em Londres. As áreas de serviço não puderam ser acessadas durante as visitas, o que, a nosso ver, não consiste em um obstáculo, já que na documentação histórica, inclusive nos comentários do próprio F.L. Wright, é evidente o foco da concepção na arquitetura e no comportamento dos visitantes em áreas públicas do museu.

A análise de agentes é ponto focal desta investigação, porque consiste em ferramenta especialmente útil na comparação entre percursos rastreados *in loco* (no caso, no MG), com o comportamento dos autômatos e com aqueles detectados nos experimentos em RV, que serão apresentados no capítulo 5. Como nesse tipo de análise, a simulação (usando o *software* DepthmapX e o método definido por Turner e Penn (2002) neste implementado) é feita por pavimentos, as análises convexas, axiais e VGA dos dois caso de museus seguiram essa lógica.

Nesse momento, é preciso frisar algumas condições básicas das regras de movimento de agentes autômatos no modelo criado por Turner e Penn (2002), aqui utilizado na análise computacional. Para reproduzir, da melhor maneira possível o movimento natural, os autores seguem as diretrizes de navegação de Peponis *et al.* (1990) e a minimização angular de Conroy Dalton (2001).

Peponis *et al.* (1990) tentam estabelecer como regras, primeiro, evitar retroceder, continuar na mesma direção (se todo o resto for igual) e, por fim, desviar do que se vê quando uma nova visão permite que mais espaço e/ou atividade (ou seja, outras pessoas) sejam vislumbrados, para, depois, chegarem a normas que exijam outras habilidades cognitivas (como pesquisar regiões inexploradas primeiro). Já Conroy Dalton (2001), com um experimento na esfera virtual, organiza um ambiente onde só há movimento para espaços de dimensão semelhante, descobrindo que existe uma tendência a reduzir o ângulo total gerado pelo visitante quando este vira de um lado para outro.

Com base nessas pesquisas, além de Hillier *et al.* (1996) e Penn e Dalton (1994), Turner e Penn (2002) enfatizaram o comprimento da linha de visão como o fator chave para o movimento natural e as tarefas de procura, defendendo a hipótese de que, ao se envolver em movimentos naturais, um sujeito será guiado rumo a uma superfície mais acessível, que, por sua vez, será determinada pelo sentido mais facilmente acessado, tipicamente seu campo visual.

Algumas ressalvas adotadas no referido modelo também precisam ser feitas. Como faz uso do princípio da visão infinita, numa condição de um corredor infinitamente longo, os agentes seriam conduzidos a movimentos contínuos nesse corredor. Se estivéssemos lidando com humanos, seria esperado que estes, de algum modo, deixassem o longo corredor. Já em um enorme espaço aberto, que não oferece pistas configuracionais, os agentes poderiam confundir-se, tornando-se incapazes de andar consistentemente em qualquer direção. Essas questões não foram levadas em consideração uma vez que os autores defendem que, na prática, nem há corredores infinitamente longos ou espaços ilimitados.

Além disso, é necessário especificar certas regras do modelo. A primeira é a de que "os agentes também recebem uma presença física em que, arredondando sua posição para o local mais próximo do *grid*, não podem existir dois agentes no mesmo local" (TURNER; PENN, 2002, p. 482, tradução nossa). Outra, uma regra do tipo anti-impasse, é associada à tentativa do agente em dar um passo para o lado para evitar um obstáculo, com a escolha de para qual lado virar sendo aleatória. Uma normativa adicional diz respeito à condição de bloqueio (possível colisão entre agentes), segundo a qual, "quando um agente não puder dar um passo lateral, desistirá e escolherá aleatoriamente qualquer local do

campo de visão de 360º como um novo destino" (TURNER; PENN, 2002, p. 482, tradução nossa).

Outros parâmetros, globais e específicos, dizem respeito aos autômatos. Os primeiros são associados à duração da análise (*timesteps*) e onde e quantos agentes serão soltos no sistema. Já quanto aos autômatos em si, define-se seu campo de visão (*field of view* ou *bins*), que se refere ao que é visto quando o agente se move em certa direção, e o número de passos nos quais decidem mudar de direção (AL-SAYED *et al.*, 2014). Dessa forma, o *input* foi, como na segunda fase de observações *in loco* no MG, de 44 agentes, que tiveram suas rotas iniciadas nos mesmos locais observados no museu: o vestíbulo de acesso, no pavimento térreo, e o patamar de chegada ao piso superior, logo após subida da rampa que parte do térreo.

Quanto à duração do período de análise, a referência matriz é a de 1 passo, dado a cada meio segundo, que corresponde à cada módulo do *grid*, este, por sua vez, de 75cm x 75cm, derivando do comprimento médio do passo de um adulto, considerado na literatura como sendo de 77cm (TURNER; PENN, 2002). Assim, no pavimento superior, foram utilizados 1700 *timesteps*, o que derivou da distância média de 218m (ou 1.672 passos, arredondados para 1.700) percorrida por visitantes no museu, e, no pavimento térreo, para a média de 32.3m percorridos, o *input* foi de 248 *timesteps*, aproximados para 250. A mesma matriz de 1 passo/.5 seg. foi empregada para simulações computacionais geradas para comparar percursos de agentes autômatos com aqueles mapeados durante navegação em RV virtual nas variações de galerias progressivas criadas, a serem apresentadas no capítulo cinco.

Como parâmetros específicos, tomou-se a referência padrão de 3 passos dados antes que cada agente mudasse de direção e, para o campo visual, 15 bins, que é equivalente a 170 graus, ambos recomendados por terem sido provados como aqueles mais efetivos na comparação com padrões de movimento natural, segundo os autores da ferramenta computacional para esse procedimento, Alasdair Turner e Alan Penn (TURNER; PENN, 2002; TURNER, 2003; 2007).

4.2.2 A análise

A análise da configuração espacial do MG será discutida a partir dos leiautes de dois momentos cruciais na história do museu, quando de sua inauguração, em 1959, conforme projeto de Wright, e na ocasião do projeto do escritório Gwathmey Siegel and Associate Architects (GSAA), de 1992, segundo o explanado no capítulo anterior, a alteração mais significativa na história do museu desde que abriu as portas ao público. Esse projeto culminou em reformas internas na antiga torre do monitor (torre menor à esquerda da rotunda) e na mudança mais radical da inclusão de um novo anexo, em forma de torre prismática, que se conectava tanto ao antigo monitor como à rotunda. Serão analisados, especificamente, os leiautes espaciais do pavimento térreo e do nível 2, este representando a típica galeria na rampa, em seu total, perfazendo seis níveis (ver Figuras 113 e 114).

4.2.2.1 Espaços convexos

Observando-se os mapas convexos, talvez o aspecto mais evidente seja o fato dos maiores componentes e aqueles mais conectados estarem localizados no átrio ou ao redor deste, confirmando a condição estrutural desse elemento no sistema. Quando o anexo foi adicionado, na década de 1990, a bipartição entre antigos escritórios do monitor e rotunda foi reduzida. Essa torre menor, que já havia sido aproximada à rotunda – quando Weslley Peters transformou a ponte que os separavam, no segundo nível, em exposição para abrigar a coleção Thannhauser (1965) –, passou a ser dedicada a espaços expositivos, nos pisos superiores, e loja, no térreo (ver Figuras 137 e 138).

Como resultado dessas modificações, o núcleo contendo espaços mais conectados foi mantido (no átrio do térreo e em parte da rotunda, no nível 2), mas, no piso superior, novos espaços expositivos também com significativo grau de conectividade (no mapa, quanto mais próximos à cor vermelha, maior este grau) surgiram na antiga biblioteca convertida em exposição (coleção Thannhauser, porção esquerda inferior da planta), e nas novas galerias do anexo (situada acima da referida coleção), como pode ser visto nos espaços (nas cores laranja e amarela) que pontuam esses trechos do leiaute. Em consequência, com o aumento do número de espaços convexos trazidos com o novo anexo e as permeabilidades introduzidas entre estes e o antigo monitor, o conjunto de espaços que constituem o anel de ligação da rotunda para o anexo, depois para o monitor e de volta para a rotunda permitiu que esse conjunto de espaços fora da rotunda fosse tornado mais acessível.

Uma vez que o objetivo de Wright era reforçar a natureza propulsiva e escultural do arranjo bipolar entre os dois volumes principais, na planta de 1959, havia uma clara separação entre as torre do monitor e da espiral (galerias), por meio de um acesso de automóveis no piso térreo e uma ponte no nível superior. Essa segregação permanece no piso térreo mesmo após a mudança de função de escritórios para loja no monitor. Contudo, como explanado há pouco, a segregação no piso superior foi diminuída com a adição de novos espaços de exposição, tanto no próprio monitor como no novo anexo (1992), situação que já se anunciara com o projeto de Peters, em 1974.

A reforma dos anos de 1990 aumentou o número de espaços convexos acessáveis ao público no térreo em 80%, introduzindo a loja no antigo acesso ao monitor, o que aumentou a conexão entre as duas porções principais do leiaute original, anteriormente separadas (galeria e monitor), permitindo um fluxo mais ininterrupto entre esses dois componentes, ainda que a loja, no leiaute de 1992, tenha permanecido segregada se comparada ao átrio. Já no nível 2, o aumento geral foi bem menor (27%), mas quando consideramos apenas os espaços expositivos, o montante mais que duplicou – de 25 espaços, em 1959, para 51, em 1992, impulsionado pelo sistema secundário de galerias expositivas, com novos espaços convexos acrescidos ao leiaute, o que, como vimos nas observações *in loco*, leva um número significativo de visitantes a navegarem fora da rampa, ainda que nesta despendam a maior parte do tempo de visitação.

Embora de modo não drástico, entre 1959 e 1992, o acréscimo de espaços convexos e as permeabilidades introduzidas levaram ao aumento do grau de conectividade em ambos os pavimentos: no térreo, o acréscimo foi de 2.6 a 2,7 e, no nível 2, de 2.5 a 2.6. Todavia, quanto à relação global entre espaços e o sistema como um todo, de 1959 a 1992, a integração (HH) reduziu de 0.72 a 0.61, no térreo, mas aumentou de 0.49 a 0.68 no nível 2. Porém, quando isolamos apenas os espaços expositivos no piso superior, a integração aumentou em 15% (de .55 a .68) (ver Figuras 137 e 138).

Dentre os espaços mais integrados, tem-se, no térreo, em ambos os períodos, a porção central do átrio e o hall do elevador (respectivamente, HH=1,1 e HH=0,95 (1959) e HH=1,9 e HH=0,87 (1992)). No nível 2, em 1959, a galeria da rampa, o acesso à biblioteca e a sacada da rampa são os mais integrados, enquanto, em 1992, o espaço mais integrado está na antiga torre de escritórios do monitor, seguido de dois espaços na antiga biblioteca, que passaram a abrigar a coleção permanente. Como a integração (HH) é indicativa do número de pessoas com a maior probabilidade de estar em um espaço, correspondendo às taxas de encontros sociais (HILLIER, 1996), esses valores confirmam as intenções de Wright no piso de acesso e no piso superior (ou seja, na área da espiral), mas, com a reforma da década de 1990, os espaços com maiores valores de HH passam a se localizar nas galerias à esquerda da rampa, ainda que a diferença de valores entre o espaço mais integrado desse trecho do leiaute e aquele na galeria da rampa não seja muito grande (HH=0,93 fora da rampa e HH=0,83 na rampa).

Mesmo que a maioria dos visitantes rastreados tenham passado mais tempo na rampa, como visto na seção anterior, o que reflete persistência da lógica espacial pensada por Wright (de segregação da torre menor em relação à maior), no que tange à análise configuracional, os espaços referentes à rampa perdem centralidade para o sistema anelar criado (entre rotunda e anexo, entre este e o antigo monitor e deste de volta à rotunda), o que permite apontar que a mudança de função no monitor, em certa medida, modificou as propriedades estruturais inerentes ao leiaute original concebido por Wright.

Em museus, a inteligibilidade (R2) de um espaço aumenta à medida que este se torna mais acessível à exploração e seu conteúdo mais disponível (WINEMAN *et al.*, 2015), facilitando a navegação, porque a maioria das rotas leva para ou através de locais centrais, que dependem de um número maior de (e mais conectadas) rotas (NATAPOV *et al.*, 2015). Segundo Conroy (2001), a inteligibilidade (R2) em um sistema espacial, dada pela correlação entre o grau de conectividade e a integração (HH), ajuda a identificar o quão fácil é para um indivíduo em uma dada posição do sistema, apreender sua estrutura global.

Considerando-se o limiar de .50 (HILLIER; HANSON, 1984), quando a R2 é maior do que esse valor, o sistema é inteligível. Todos os leiautes analisados por pavimentos e incluindo todos os ambientes acessáveis ao público apresentaram valores muito baixos de R2 (entre 0,03 e 0,18), o que, segundo o referido patamar, indica que, no geral, não são inteligíveis. O maior valor de HH, que, ainda assim, é muito baixo, foi registrado no térreo de 1959 (R2=0,18). Isso provavelmente

se explica pela força do átrio concêntrico dentre os demais espaços acessáveis pelo público, gerando facilidade de navegação. A inteligibilidade diminuiu no térreo, de 1959 a 1992 (0,56 a 0,47), uma vez que o monitor foi conectado à torre maior, provavelmente tornando a navegação menos legível. Quanto ao o nível 2, a inteligibilidade após a reforma aumentou em 25%, gerada pelo aumento da integração naquele piso e, ao isolarmos os espaços expositivos, essa correlação aumentou bastante, com um acréscimo de 135% (ver Tabelas 07 e 08 e Gráficos 18 a 21).

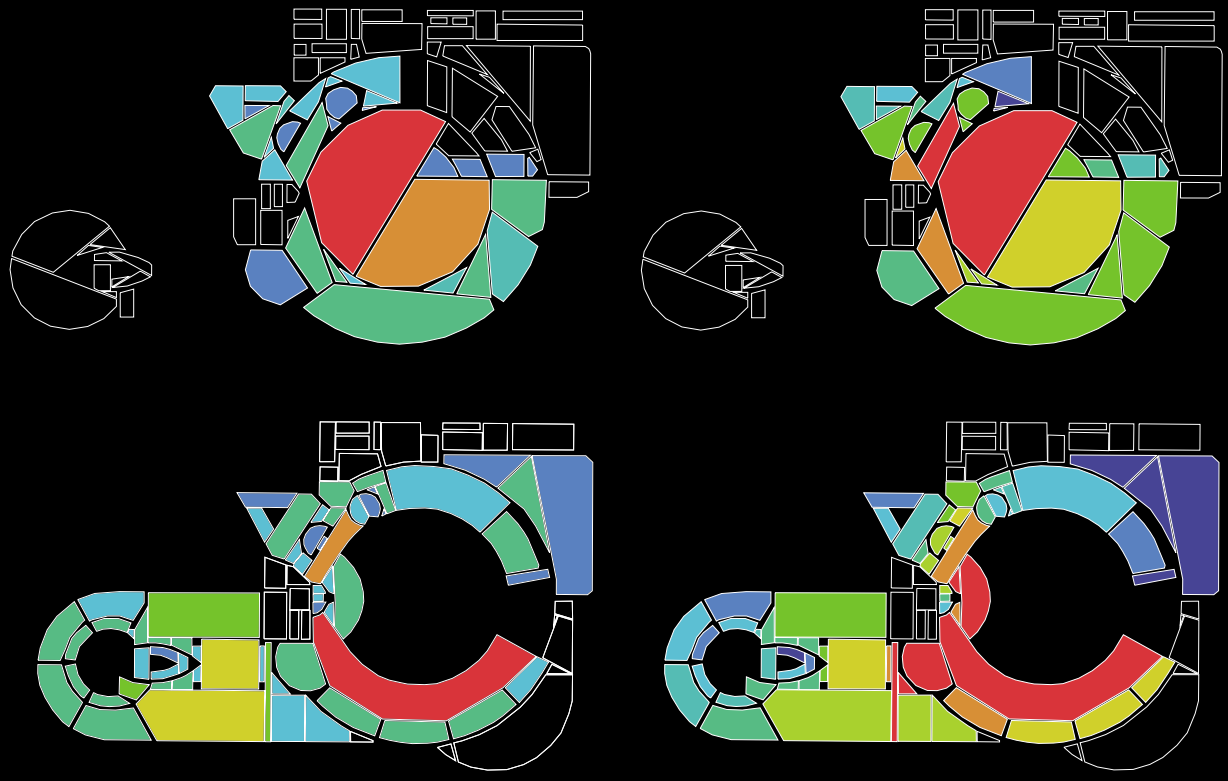
Ainda que as galerias em forma de espiral, lavadas por uma fonte de luz altamente controlada proveniente da cúpula do átrio, permanecessem como foco após as reformas, uma comparação entre os grafos justificados dos leiautes antes de depois dessas alterações indica que a transição da função administrativa para a expositiva no monitor e o acréscimo do anexo por GSSA, que ampliou a quantidade geral de espaços expositivos, acabou por criar dois grandes setores com escalas espaciais diferentes, que, por sua vez, levam a distintas experiências de visitação. Enquanto no setor das galerias principais as trajetórias contínuas são facilitadas (em detrimento às opções de rota) pelo fluxo imposto pela natureza (ascendente ou descendente) da rampa – portanto, uma GP –, no outro, há uma sequência de espaços de exposição relativamente conectados, com mais alternativas de rota, semelhante à estrutura espacial tipo SP (ver Figuras 50 e 139).

O contraste na configuração do MG, antes e pós reforma, assemelha-se aos esquemas hipotéticos apresentados no capítulo 2, cujos grafos justificados representando as relações espaciais entre espaços adjacentes (HILLIER; HANSON, 1984) ilustram a diferença entre as duas estruturas: espaços interconectados no arranjo tipo SP e sequência linear na GP. No MG, as galerias mais conectadas fora da espiral, uma SP em sua essência, demandam um número relativamente menor de passos sintáticos para atravessá-las; já nas galerias da rampa, tem-se uma estrutura profunda e controlada, típica da GP.

4.2.2.2 Espaços tipo

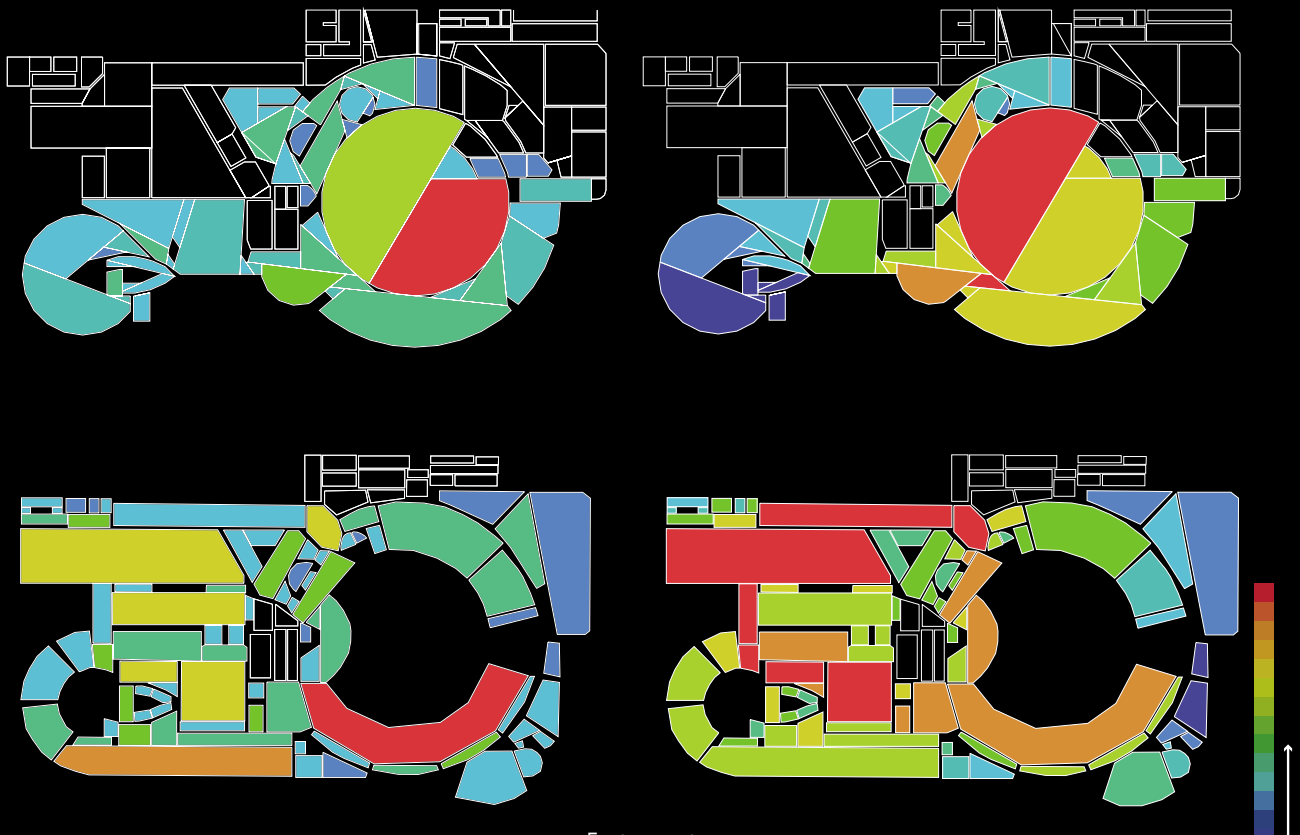
Hillier (1986) estabelece quatro tipos de espaços de acordo com o número de conexões que têm com outros espaços e suas posições em anéis de movimento, de modo que: “a” é um espaço sem saída; “b” está conectado a dois ou mais espaços, mas mantém-se fora de anéis de movimento; “c” geralmente está em um anel; e “d” localiza-se em dois ou mais anéis. Um aumento global nos espaços “d” tende a minimizar a profundidade espacial, gerando um sistema integrado, enquanto o aumento global nos tipos “b” e o aumento local nos tipos “c” concorrem para um sistema mais segregado. Como comentado na introdução, dentre esses tipos, Hillier e Tzortzi (2011) consideram aqueles do tipo “c” e “d” os mais relevantes para estruturas espaciais de museus quanto a sua exploração por parte de visitantes, já que o primeiro oferta um caminho alternativo de volta (em relação ao percurso inicial) e o segundo permite mais de uma alternativa de retorno, o que faz com que tenda a ter um papel focal no movimento.

Figura 137: Mapas convexos do térreo (acima) e nível 2 (abaixo) por conectividade (esq.) e integração (dir.), 1959.



Fonte: o autor

Figura 138: Mapas convexos do térreo (acima) e nível 2 (abaixo) por conectividade (esq.) e integração (dir.), 1992.



Fonte: o autor

Tabela 07 - Análise convexa do MG incluindo todos os espaços acessíveis ao público.

	Nível	No. espaços convexos	Conectividade Relativa (RC)	Grau de Conectividade	Integração (HH)	Inteligibilidade (R2)
1959	Térreo	31	0,154	2,6	0,72	0,18
	Nível 2	64		2,5	0,49	0,045
1992	Térreo	56	0,161	2,7	0,61	0,03
	Nível 2	81		2,6	0,68	0,09

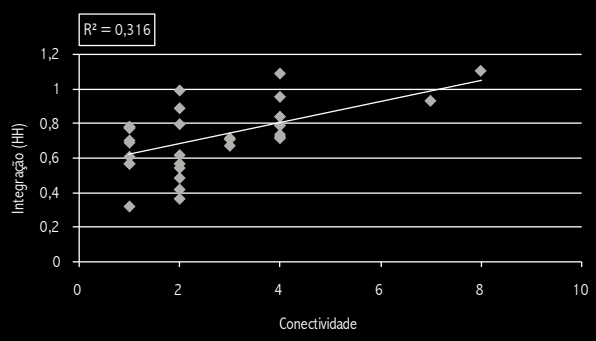
Fonte: o autor

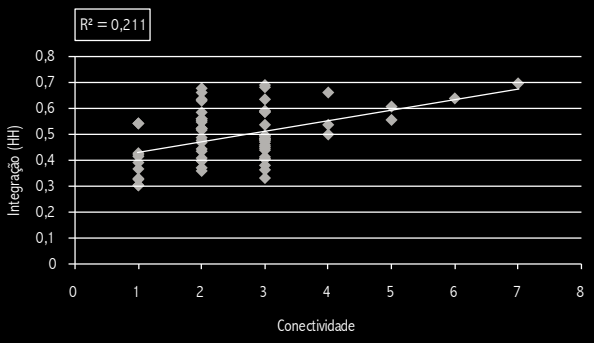
Tabela 08 - Análise convexa do MG incluindo apenas galerias

	Nível	Número de espaços convexos	Conectividade Relativa (RC)	Grau de Conectividade	Integração (HH)	Inteligibilidade (R2)
1959	Térreo (só galerias)	2	0,18	1	1	1
	Nível 2 (só galerias)	25		2,3	0,55	0,05
1992	Térreo (só galerias)	2	0,157	1	1	1
	Nível 2 (só galerias)	51		2,7	0,68	0,263

Fonte: o autor

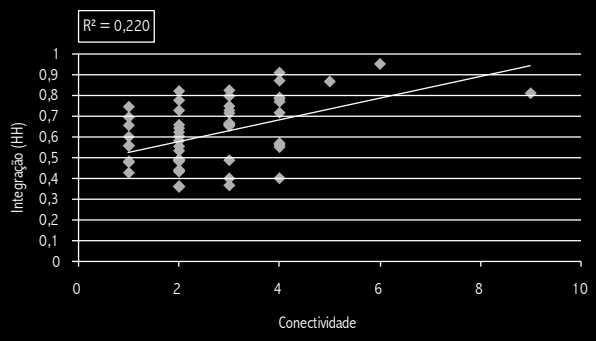
Gráfico 18 - Inteligibilidade (R2), MG, 1959, incluindo todos os espaços acessíveis ao público, térreo (esq.) e nível 2(dir.)

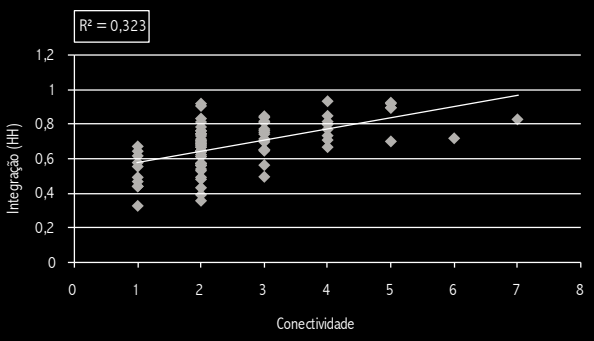




Fonte: o autor

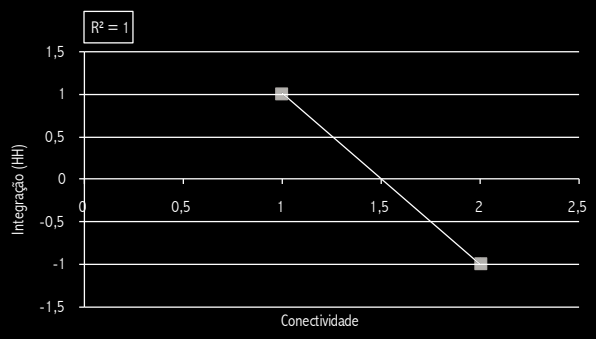
Gráfico 19 - Inteligibilidade (R2), MG, 1992, incluindo todos os espaços acessíveis ao público, térreo (esq.) e nível 2(dir.).

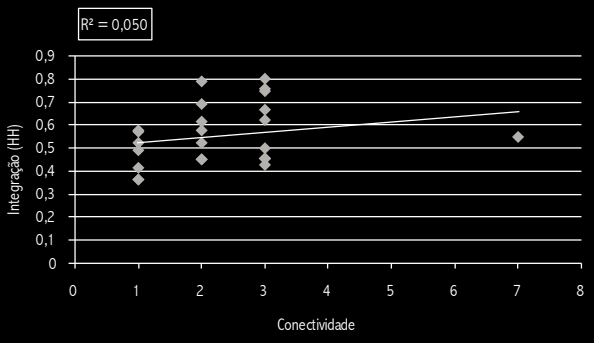




Fonte: o autor

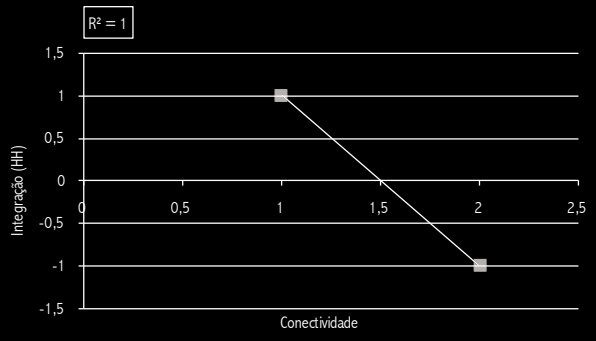
Gráfico 20 - Inteligibilidade (R2) leiautes MG apenas com galerias, 1959.

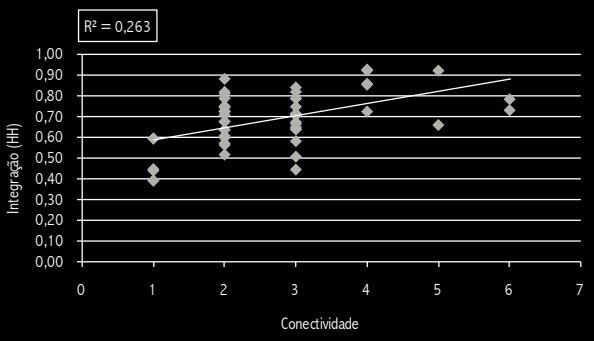




Fonte: o autor

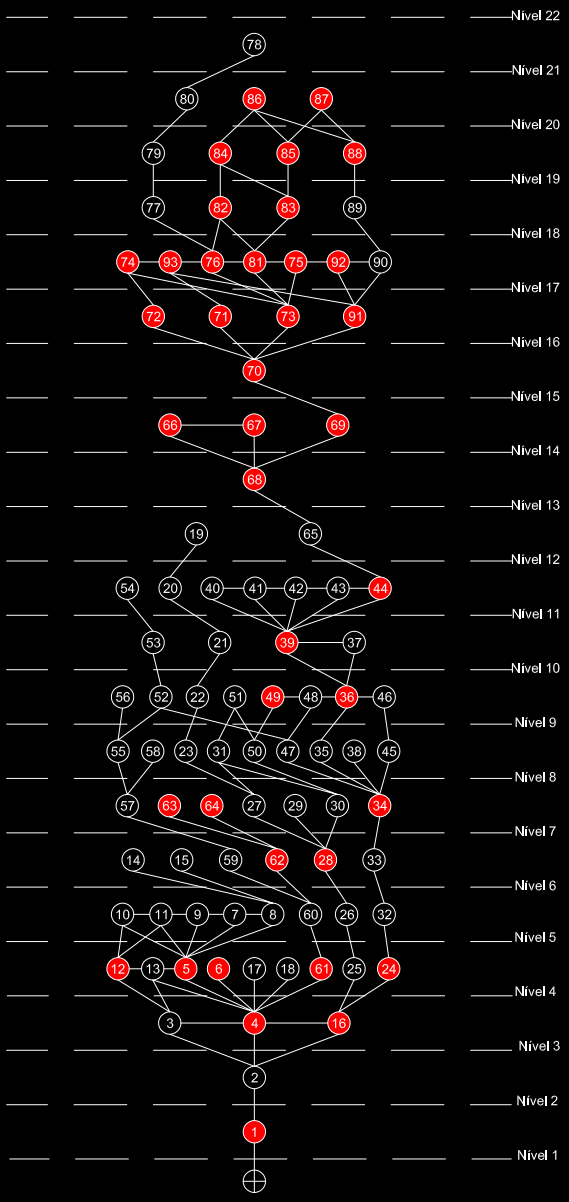
Gráfico 21 - Inteligibilidade (R2) leiautes MG apenas com galerias, 1992.





Fonte: o autor

Figura 139: Grafos justificados dos leiautes de 1959 (esq.) e 1992 (dir.) com espaços estruturadores em destaque.



Térreo

1 - Vestíbulo acesso

4, 5 e 6 - Átrio

12 - Bilheteria

16 - Hall elevador

24 - Elevador

28 - Hall escada

Pav. Superior

34 - Hall elevador

36 - Sacada rampa

49 - Hall escada

39 - Galeria rampa

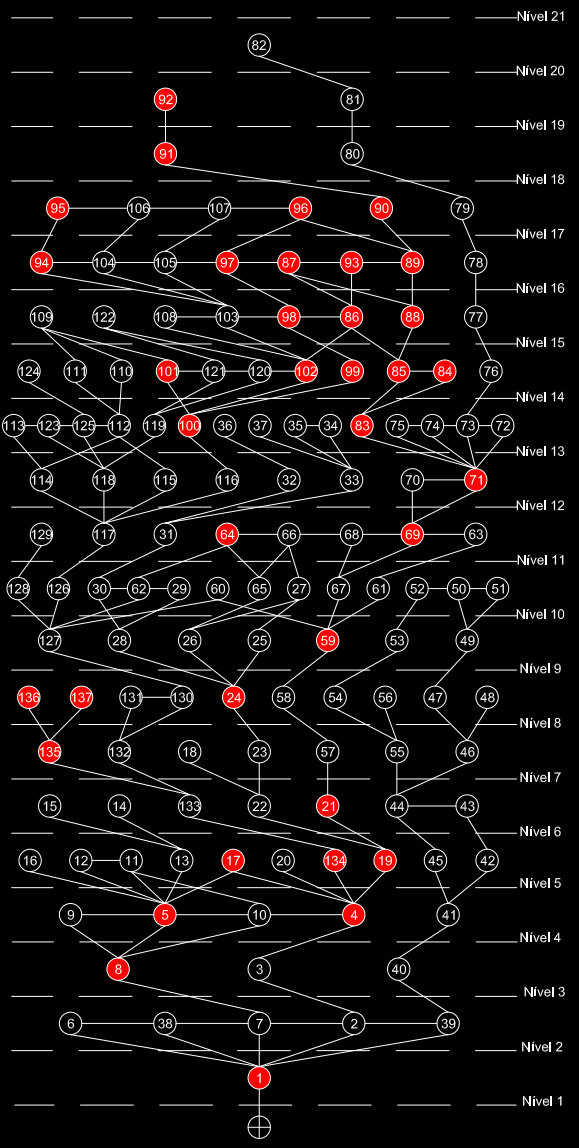
44 - Vestíbulo biblioteca

61 - Início da rampa

62, 63 e 64 - High gallery

66/75 e 91/93 - Biblioteca

76 e 81/88 - Escritório monitor



Térreo

1 - Vestíbulo acesso

4, 5 e 17 - Átrio

8 - Bilheteria

19 - Hall elevador

21 - Elevador

24 - Hall escada

Pav. Superior

59 - Hall elevador

64 - Hall escada

69 - Sacada rampa

71 - Galeria rampa

83 - Vestíbulo expo. permanente

84/102 - Exposição permanente

134 - Início da rampa

135, 136 e 137 - High gallery

Fonte: o autor

No térreo dos dois períodos estudados, os espaços mais conectados são do tipo “d” e estão localizados no átrio, o mesmo acontecendo para aqueles mais integrados (com maiores valores de HH), o que reduz a profundidade do sistema. A maior aglomeração desse tipo também ocorre nos espaços do átrio, na sua periferia, na porção inferior da rotunda, mesmo que estes não sejam necessariamente os mais integrados do sistema.

Nesse pavimento, no leiaute de 1959, há um maior equilíbrio entre os tipos de espaços tipo “b”, “d” e “a” (respectivamente, 10 cada e 8), e uma quantidade bem menor de espaços tipo “c” (apenas 3). Esses números são relativamente semelhantes aos de 1992 (15, 11 e 11), mas os espaços de tipo “c” aumentaram radicalmente (19 no total), o que se deve à conexão entre as duas torres, gerando uma série espaços acessíveis ao público na loja. Porém, como o aumento ocorre localmente, isso concorre para a segregação destes no sistema global.

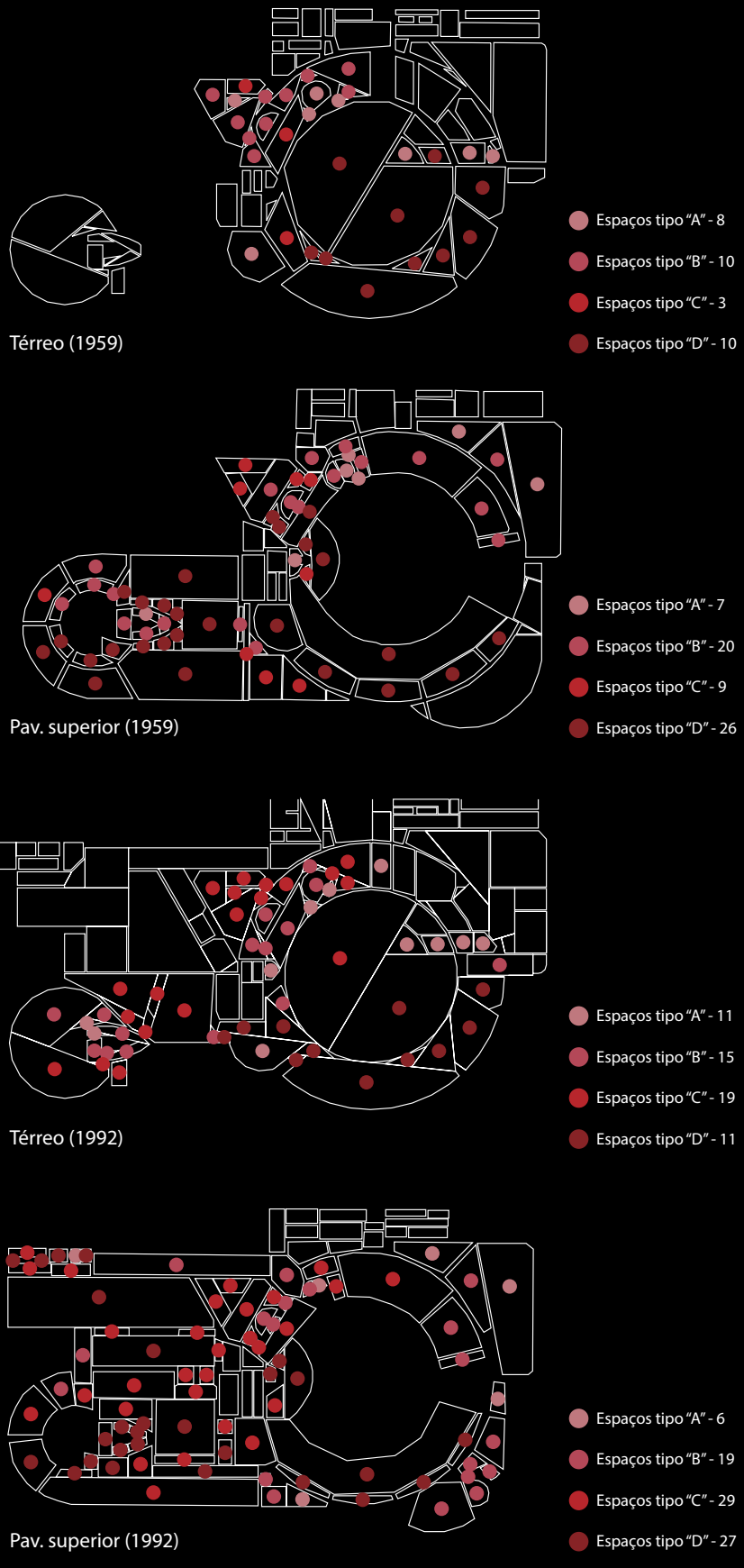
No nível 2, nos leiautes de 1959 a 1992, também se verifica um aumento brusco no número de espaços “c” (de 9 para 29 unidades), sobretudo, na antiga biblioteca e no novo anexo, inclusive, em seus maiores e mais conectados espaços, o que influencia na segregação dos leiautes. Os demais tipos de espaço permaneceram equilibrados (tipo “b”, de 20 a 19; tipo “d”, de 26 a 27; tipo “a”, de 7 a 6). Em 1959, a maioria dos espaços mais integrados (maiores valores de HH) nesse piso eram do tipo “d”, o que, apesar de um certo decréscimo, persiste em 1992, contribuindo para um sistema relativamente menos profundo em 1992. Afinal, mesmo que, nesse período, a redução no número de níveis da estrutura espacial tenha sido pequena (de 21, em 1959, para 20, em 1992), o número geral de espaços acrescidos foi significativo, contudo, como estes últimos consistem, em grande parte, em galerias mais tradicionais, passaram a ofertar mais atalhos e possibilidades de rota fora da espiral (ver Figuras 140 a 142 e Gráfico 22).

4.2.2.3 Linhas Axiais

Mapas axiais representam o menor número de linhas mais longas em um leiaute. Uma linha com mais conexões a outras tem grau de conectividade mais alto, indicando o potencial de movimento de visitantes. Linhas mais conectadas tendem a gerar fluxo mais intenso de pessoas, facilitando encontros. Um aspecto chave nos leiautes do MG é que o foyer do elevador principal, para Wright o ponto inicial da visitação, em rota ascendente, mostra-se como um local de forte probabilidade de movimento de pessoas. Nos mapas axiais dos dois períodos, percebem-se linhas longas e conectadas, sobretudo no térreo, levando a esse ponto do sistema. Assim, visto por meio das linhas axiais, o sistema espacial reforça a inerente função desse espaço de recepção e distribuição de visitantes dada a centralidade das linhas (ver Figuras 143 e 144).

Os mapas axiais também mostram linhas altamente conectadas no átrio do piso térreo. Fotografias estáticas desse espaço, capturadas do nível 6, o mais alto alcançado pelo público, sobrepostas às linhas mais conectadas extraídas do mapa axial da década de 1990, confirmam essa condição, ilustrando a concentração de pessoas sobre esses eixos. Contrariamente, o antigo monitor, como vimos, com espaços com menores graus de conectividade, com base nas linhas axiais, ratifica a segregação originalmente pretendida pelo arquiteto, mantida, sobretudo, no pavimento térreo (ver Figura 145).

Figura 140: Tipos de espaços convexos nos leiautes de 1959 (acima) e 1992 (abaixo).



Fonte: o autor

Figura 141: Tipos de espaços sobrepostos aos mapas convexos por conectividade, leiautes de 1959 (acima) e 1992 (abaixo).



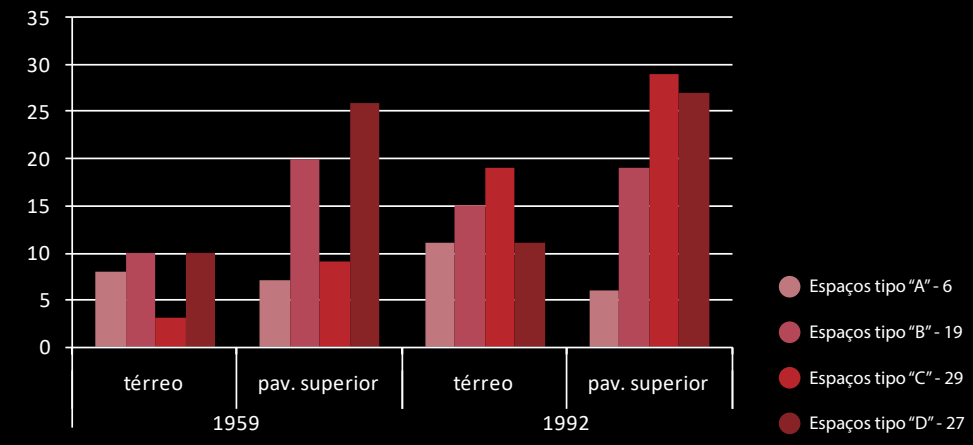
Fonte: o autor

Figura 142: Tipos de espaços sobrepostos aos mapas convexos por integração (HH), leiautes de 1959 (acima) e 1992 (abaixo).



Fonte: o autor

Gráfico 22 - Inteligibilidade (R2) leiautes MG apenas com galerias, 1959.



Fonte: o autor

Embora, axialmente, a configuração não tenha sido alterada drasticamente, com a remoção de antigas divisórias dos escritórios, a reforma e a ampliação na década de 1990 adicionou um novo conjunto de linhas mais conectadas mais longas que ligam a torre da rotunda ao monitor. A sala de leitura Aye Simon (espaço adjacente à rampa e em forma de olho), projetada por Richard Meyer, em 1978, em um antigo nicho voltado à manutenção, parece ser o espaço mais beneficiado com essa nova condição. Embora seja acessado por uma pequena abertura na parede da galeria principal – que interrompe bem menos a dinâmica da rampa do que o amplo acesso ao antigo monitor –, à medida que visitantes, ao sair da exposição permanente neste último para as galerias principais, provavelmente caminhando ao longo de uma longa linha integrada, parecem levados a entrar na pequena sala, onde livros e mídias digitais estão disponíveis para consulta (ver Figuras 146).

4.2.2.4 Visibilidade

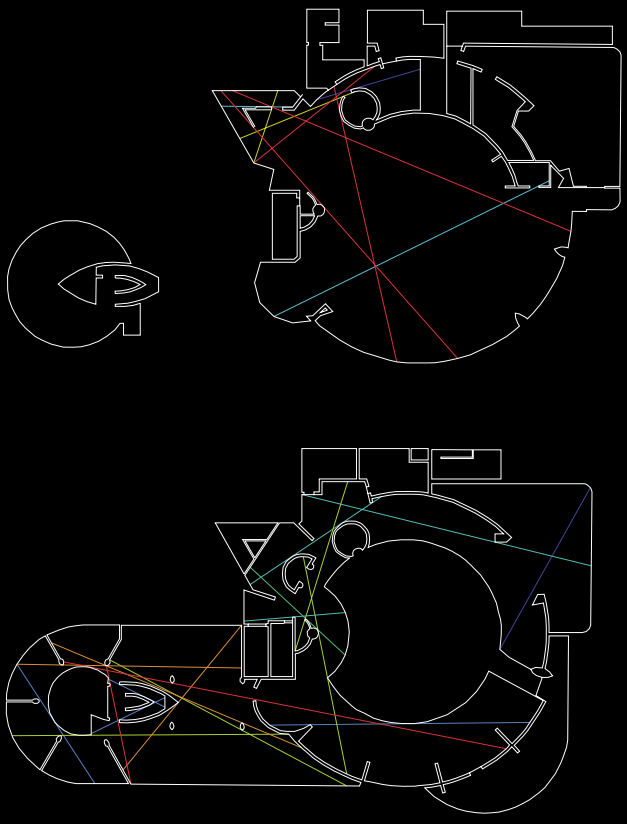
Quanto aos campos de visão, aspecto fundamental na SE, isovistas (BENEDIKT, 1979) e mapas ou grafos de visibilidade (VGA) ajudam a compreender a cognição espacial a partir de certa posição. Um mapa dessa natureza resulta da sobreposição de um *grid* bidimensional (no caso, de 75cm x 75cm, como explicado anteriormente) sobre um leiaute em forma de planta, permitindo calcular quais pontos dentro deste *grid* são capazes de ver outros pontos. Esse conjunto de locais visíveis de cada ponto é armazenado e o grafo pode ser usado para calcular a área visível aproximada de cada um desses nós.

Se em "museus, campos visuais e estruturas espaciais modulam padrões de movimento e modos associados de ver e compreender" (WINEMAN *et al.*, 2015, p. 48, tradução nossa), a importância desse tipo de análise, destacada pelo conceito de copresença, é enfatizada por Choi (1997, p. 5, tradução nossa):

> O padrão estendido de copresença, que inclui pessoas visíveis de um espaço, relaciona-se não só às conexões visuais entre espaços, mas também à integração de espaços no leiaute como um todo. Portanto, os espaços que mais integram o edifício de forma poderosa podem não ter mais pessoas neles, mas estes tornam as pessoas mais visíveis. A consciência de outras pessoas passa a ser relacionada à experiência da estrutura espacial. Isso parece sugerir uma diferente forma de comunidade virtual, a qual pode ser baseada mais em 'encontro visual' do que em encontro que se dá em espaços individuais (CHOI, 1997, p. 5, tradução nossa).

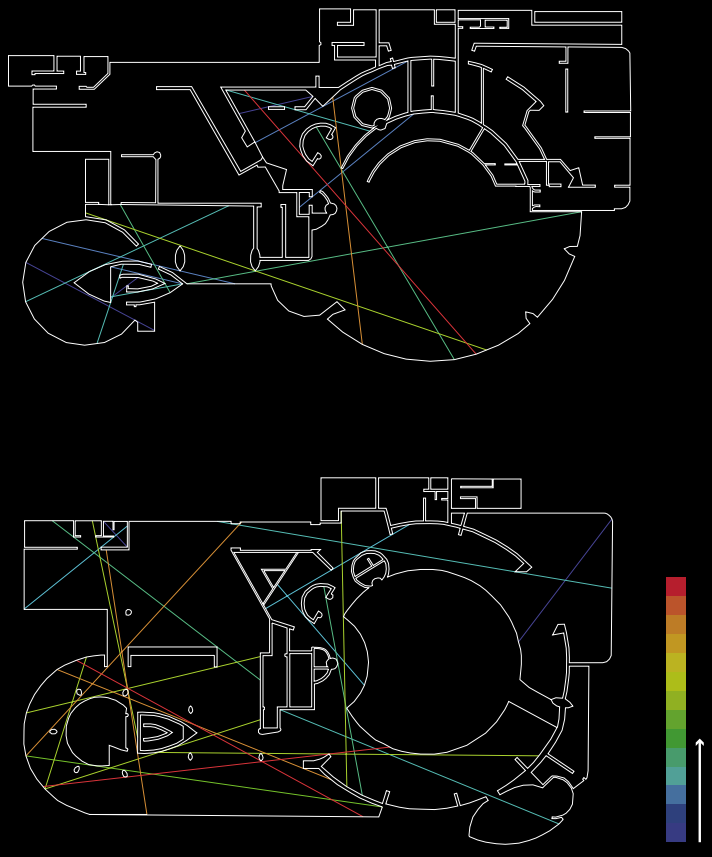
Observando os grafos VGA por conectividade, que mostram o quão nós são intervisíveis entre si, ou seja, o quanto um visitante adquire informação visual ao se mover de um módulo para outro, no térreo, em ambos os momentos, tem-se a maior quantidade de nós mais intervisíveis no átrio. Já no nível 2, mesmo que se possa ver através do baixo peitoril do átrio, nos mesmos mapas, ele foi considerado uma barreira, o que altera a intervisibilidade na área. Dessa forma, comparando-se os dois períodos, a intervisibilidade é maior fora da espiral, que foi aumentada com a reforma da década de 1990, em relação a maior intervisibilidade gerada no eixo entre a antiga biblioteca e o novo anexo (ver Figuras 147 e 148).

Figura 143: Mapas axiais por conectividade no térreo e nível 2, 1959.



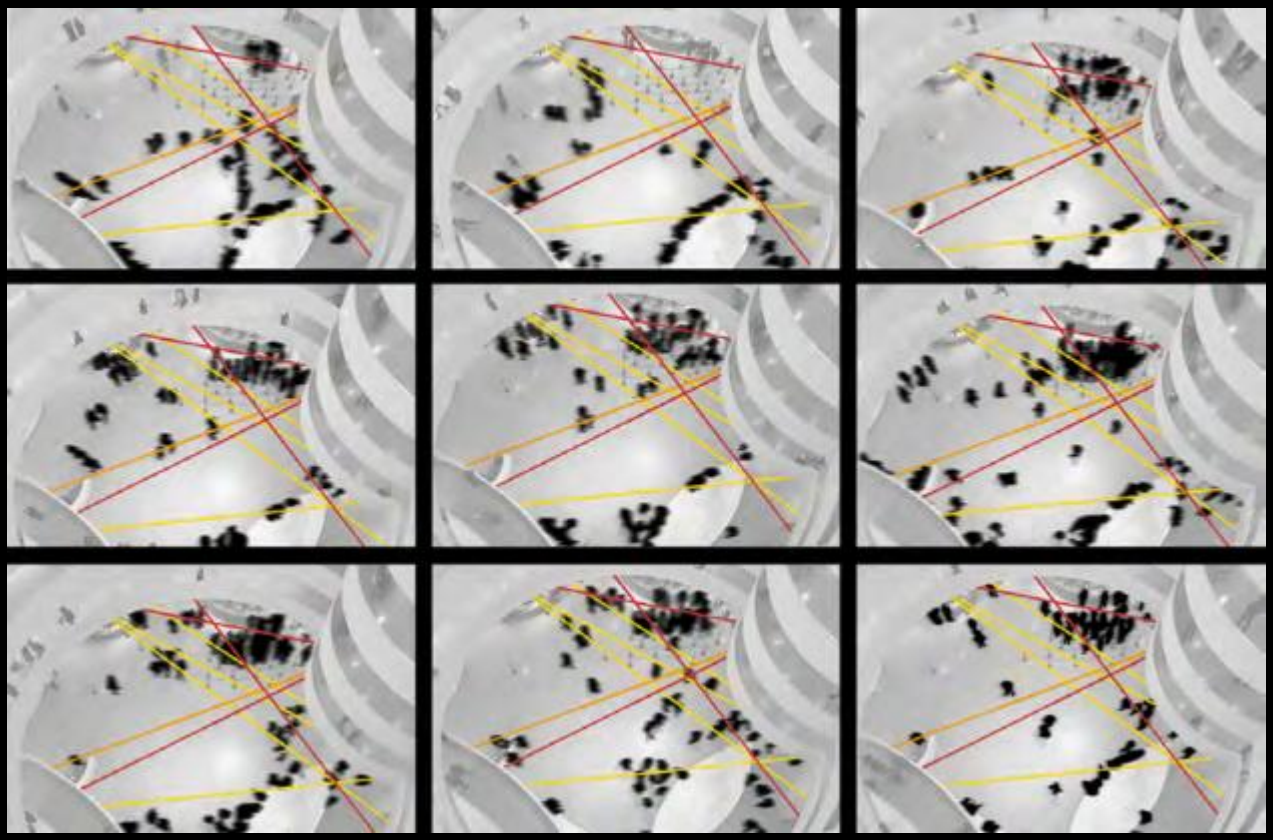
Fonte: o autor

Figura 144: Mapas axiais por conectividade no térreo e nível 2, 1992.



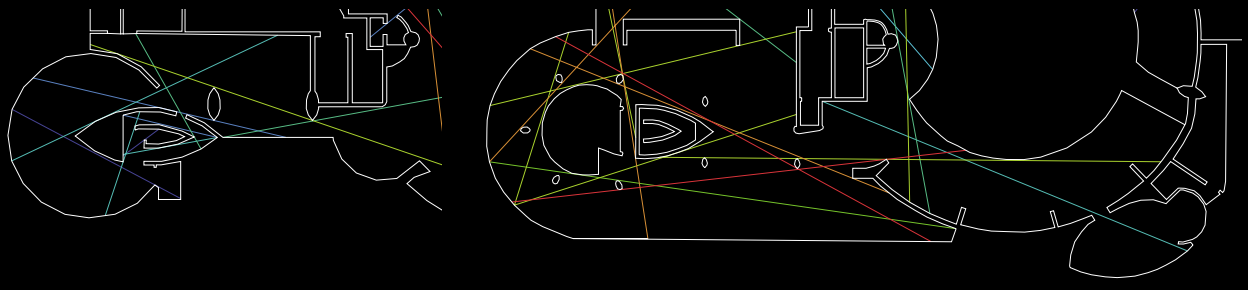
Fonte: o autor

Figura 145: Mapas axiais por conectividade no térreo e nível 2, 1959.



Fonte: o autor

Figura 146: Mapas axiais parciais por conectividade do antigo monitorno térreo (esq.) e pavimento superior (dir.), 1992.



Fonte: o autor

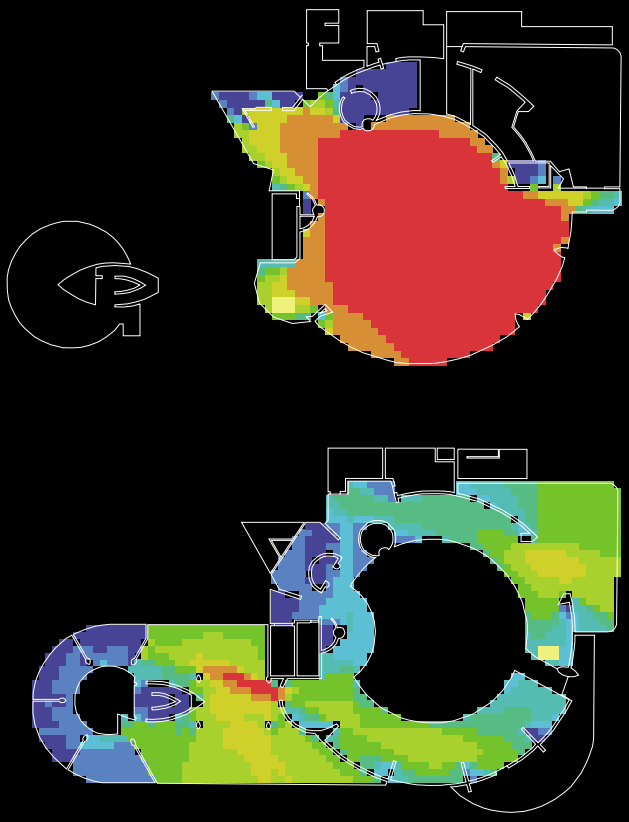
Analisados por integração visual (HH), que representa o valor médio de todos os comprimentos mais curtos de um nó para todos os outros, e isolando os nós mais integrados globalmente, tem-se, no térreo, tanto em 1959 como em 1992, comportamento semelhante, com as maiores médias no átrio, porém, após a conexão com o antigo monitor, consolidada no leiaute mais recente, os nós com valores mais altos de HH (cores vermelha e laranja) se dispersaram mais centrifugamente. Já no nível 2, em 1959, identificam-se pouquíssimos nós mais integrados, que, semelhante à conectividade visual, aumentam significativamente em quantidade após a reforma da década de 1990, que, assim como aqueles do átrio, tendem a facilitar a condição argumentada por Choi (1997), de que mais pessoas visitam espaços mais integrados (ver Figuras 149 e 150).

Ao removermos a barreira física do peitoril nas galerias da rampa no nível 2, já que estamos tratando de visibilidade nesta análise, percebemos que os espaços ali situados se tornam altamente integrados. Essa condição é próxima ao que acontece no átrio do piso térreo, porém, a porção com maior integração visual (HH) espalha-se diagonalmente através do que seria o vazio, como, de fato, dá-se a experiência visual do visitante (ver Figuras 151 e 152).

Através de isovistas (BENEDIKT, 1979), foram observados alguns espaços considerados estruturadores nos leiautes de 1959 e 1992, mas antes de analisá-los, é preciso tecer alguns comentários sobre esse tipo de unidade espacial. A descrição de isovistas tem sido associada na literatura da SE a duas condições básicas: convexa e pontiaguda (ou *spiky*). A primeira relaciona-se a campos visuais mais locais e é no espaço convexo a partir do qual uma isovista convexa é representada, de forma que são detectados os maiores percentuais de áreas visíveis, oferecendo uma leitura mais clara do espaço circundante, de tal modo que visitantes ali situados não precisam movimentar-se para apreender o ambiente ou perceber a presença de outras pessoas. Já isovistas pontiagudas, normalmente são mais côncavas e globais, no sentido de perpassarem vários espaços, oferecendo longas perspectivas, mas, por outro lado, não permitem uma leitura completa dos espaços vistos nem dos seus usuários, sendo necessário movimentar-se para tanto.

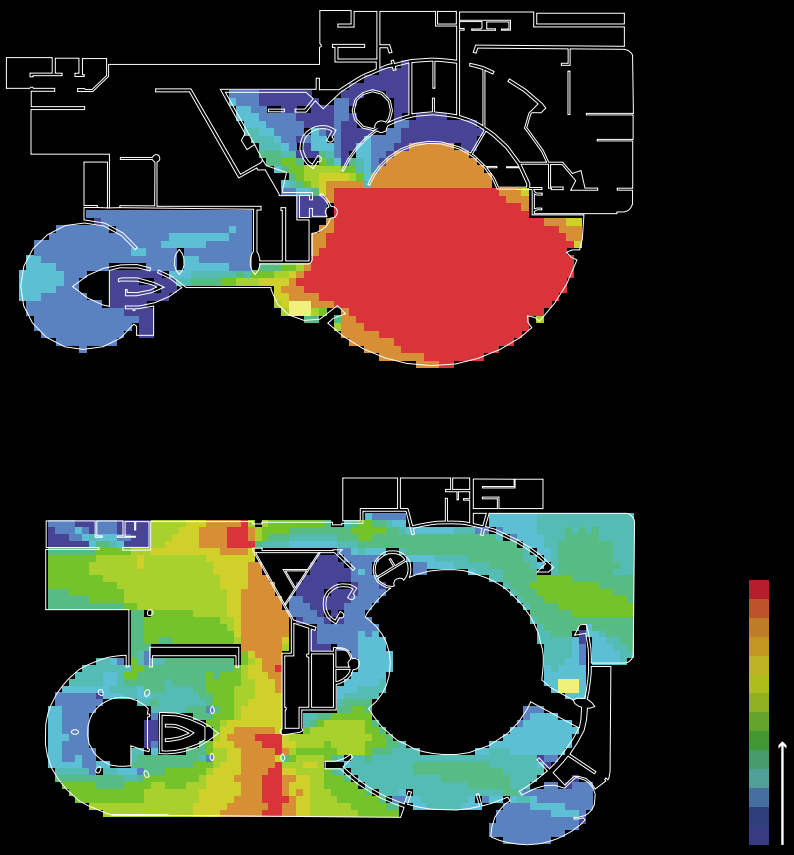
No térreo do MG, cuja mudança mais significativa de 1959 para 1992, em termos de espaços acessíveis ao público, foi a introdução da loja no térreo do antigo monitor, foram representadas isovistas em espaços situados nos trechos com nós mais integrados visualmente, ou com maiores valores de HH (cor laranja a vermelha nos mapas VGA), os quais consideramos estruturadores na experiência visual do visitante, incluindo o vestíbulo de acesso, a bilheteria, o centro do átrio, o início da rampa e o hall do elevador, além de dois locais fora da porção mais integrada, o monitor, local da referida alteração, e o hall da escada triangular, que poderia assim ser contrastado com o hall do elevador, ambos em localidades de acesso a circulações verticais públicas.

Figura 147: Mapas VGA por conectividade, térreo e nível 2, 1959.



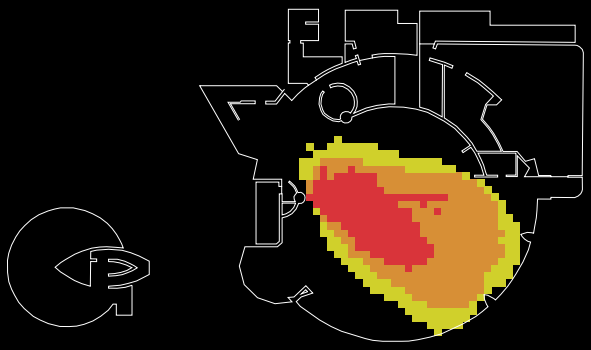
Fonte: o autor

Figura 148: Mapas VGA por conectividade, térreo e nível 2, 1992.



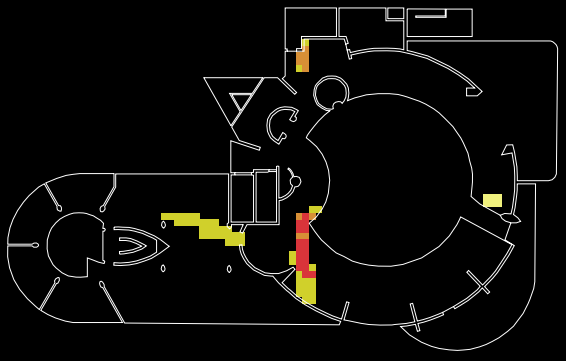
Fonte: o autor

Figura 149: Mapas VGA parciais com nós de maior integração visual (HH), 1959.



Integração [HH]
57,68
56,95
56,59
56,59
56,23
56,23
56,23
56,23
56,23
55,88

52,3 - 57,7
46,8 - 52,3
41,9-46,8

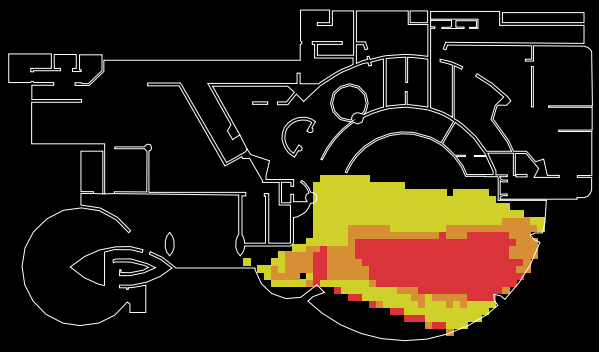


Integração [HH]
7,98
7,97
7,94
7,92
7,89
7,87
7,86
7,86
7,83
7,82

7,3 - 8,0
6,7 - 7,3
6,2-6,7

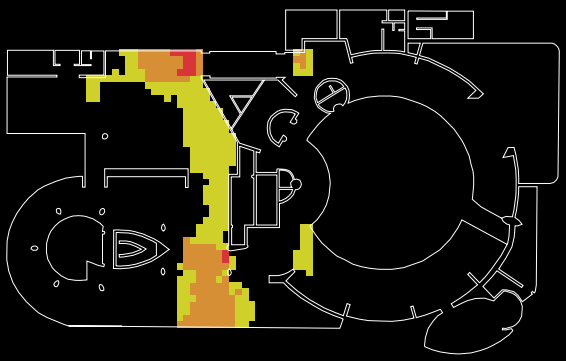
Fonte: o autor

Figura 150: Mapas VGA parciais com nós de maior integração visual (HH), 1992.



Integração [HH]
13,55
13,47
13,44
13,33
13,31
13,19
13,18
13,15
13,15
13,13

12,3 - 13,05
11,2 - 12,3
10-11,2

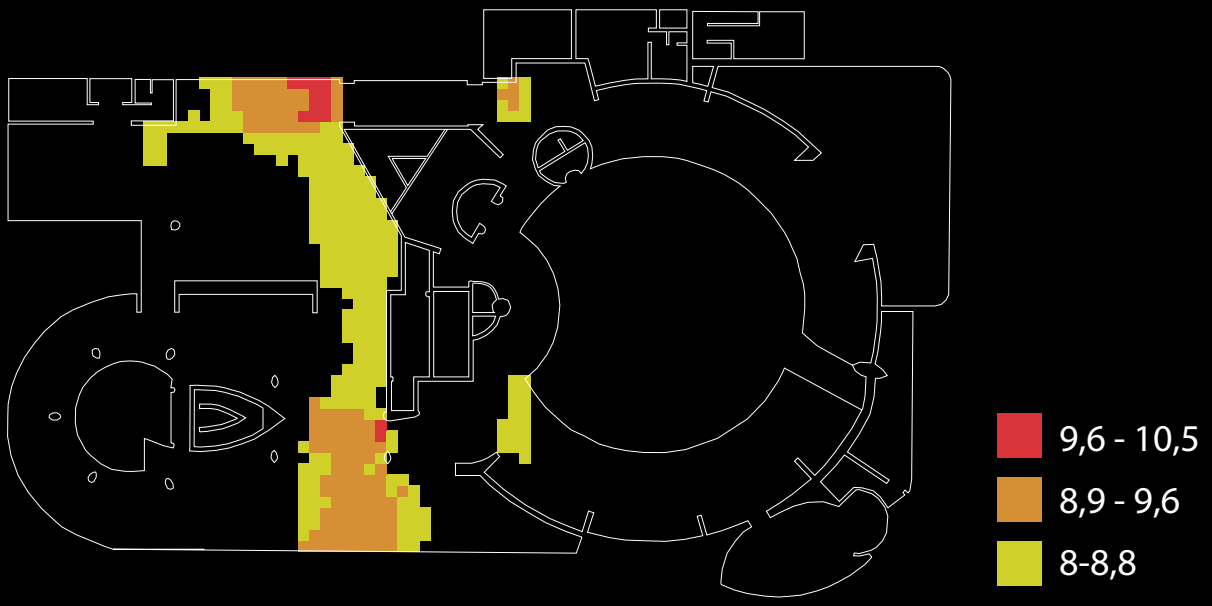


Integração [HH]
10,46
10,35
10,29
10,18
9,83
9,82
9,77
9,75
9,74
9,71

9,6 - 10,5
8,9 - 9,6
8-8,8

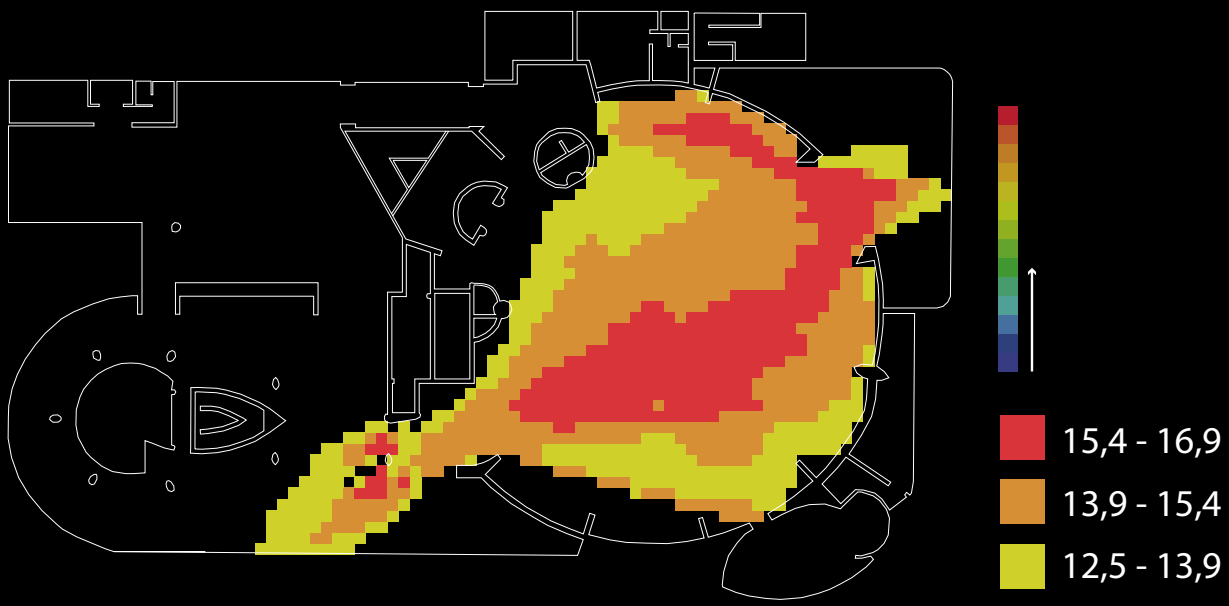
Fonte: o autor

Figura 151: Mapa VGA por integração visual (HH) com espaços mais integrados, nível 2 (1992) com peitoril.



Fonte: o autor

Figura 152: Mapa VGA por integração visual (HH) com espaços mais integrados, nível 2 (1992) sem peitoril.



Fonte: o autor

No nível 2, que sofreu maior alteração com o acréscimo do anexo e a total conversão do antigo monitor em espaços expositivos (para ocupar a coleção Thannhauser), foram elaboradas isovistas no início da rampa e interior da High Gallery (HG). O primeiro espaço foi designado porque marcou o início da visitação no nível 2 para a maioria dos visitantes observados e o outro, por ser um espaço originalmente adjacente à rampa, acessado pela maior parte dos visitantes rastreados. Segundo o mapa de integração visual (HH) do leiaute (sem peitoril), os nós situados no acesso da HG registraram os maiores índices de HH, motivo pelo qual também foi selecionada a sacada da rampa, que funciona como uma espécie de mirante, de onde muitos visitantes costumam fazer fotos.

A galeria da rampa (porção inferior da rotunda), a antiga biblioteca/coleção Thannhauser e seu vestíbulo, e nos escritórios do antigo monitor/coleção Thannhauser também foram representados através de isovistas por possuírem nós integrados. Dois outros locais, os halls do elevador e da escada, foram escolhidos no intuito de comparar as isovistas nesse piso com aquelas geradas no térreo. Por último, foram geradas duas isovistas nos espaços de exposições temporárias do anexo visando analisar o reflexo das novas permeabilidades entre estes e a coleção Thannhauser (ver Figuras 153 a 155).

As isovistas no térreo, próximas ao átrio, resultaram em sua maioria convexas e, por essa natureza formal, proporcionam menor perda de informação visual, ampliando seu potencial enquanto catalisadores de encontros, condição que se repetiu no nível 2, nos dois períodos. Quanto a este último, os leiautes foram representados sem a existência da barreira física dos peitoris (de altura pouco maior que 80cm), o que, argumentamos, reflete a experiência de visitação, uma vez que o olhar do visitante atravessa toda a rotunda. É interessante perceber que, nessa área, a HG é capturada por quase todas as isovistas, indicando a força atrativa desse espaço, visitado pela maioria dos visitantes rastreados *in loco*.

Outro aspecto, comum aos leiautes nos dois pisos, nos dois períodos, é a localização estratégica de espaços de transição e acolhida, como o vestíbulo de acesso, o hall do elevador e o início da rampa, além do vestíbulo no nível 2, entre a coleção Thannhauser e a rotunda, cujas isovistas representadas são predominantemente convexas, demonstrando que estão em áreas bastante visíveis dos sistemas.

Comparando-se os dois períodos, as maiores alterações nos campos visuais ocorreram na antiga biblioteca (e em seu vestíbulo), componente do projeto original de Wright, convertida, em 1965, em espaço expositivo para abrigar a coleção Thannhauser, e nos antigos escritórios do monitor, transformados em espaço expositivo para ampliar a área dessa coleção, que havia sido doada ao museu em 1963, contendo obras de impressionistas e pós-impressionistas franceses e de futuristas italianos, incluindo, mais de trinta trabalhos de Picasso (THE GUGGENHEIM, 2009). Após a reforma da década de 1990, os espaços na antiga biblioteca/coleção Thannhauser passaram a apresentar isovistas mais pontiagudas, a alteração no leiaute do monitor, antes compartimentado em escritórios, resultou em um espaço com mais intervisibilidade, representado por uma isovista mais convexa (ver Figura 156).

Nos novos espaços expositivos do anexo, que estabeleceram permeabilidades para com antigo monitor e a biblioteca, e que, especialmente quando consideramos o peitoril da rampa na rotunda (ver Figura 150), apresentam trecho significativo com nós com valores de integração visual (HH) de moderado a alto (representados nos tons amarela, laranja e vermelho), tem-se no trecho situado no anexo, um campo visual predominantemente convexo, ofertando intervisibilidade, que se estende à adjacente coleção Thannhauser onde a isovista torna-se mais pontiaguda.

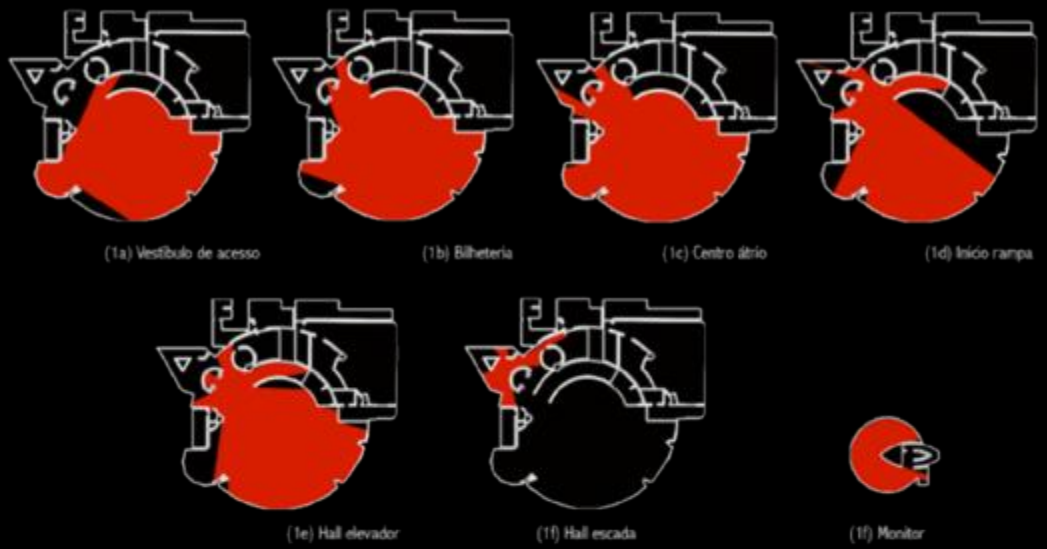
No geral, tem-se isovistas mais pontiagudas à medida que se afasta do átrio/rotunda, o que, além de dificultar a informação visual apreendida, prejudica encontros interpessoais ou copresença. Levando essas considerações para o leiaute de 1992, se, no piso térreo, originalmente bipartido, essa segregação pode ser considerada positiva, já que existem duas funções bem diferentes entre si (loja e galeria/bilheteria), nos pisos superiores, quase totalmente ocupados por espaços de exposição após a reforma (1992), torna-se um fator negativo em relação à experiência espacial unitária concebida por Wright, que, como vimos anteriormente, privilegiava os propósitos considerados por Peponis (1993) como fundamentais no projeto de um edifício complexo: movimento, encontro e consciência.

Por outro lado, isso também ratifica a ideia de que o espaço arquitetônico é, em si mesmo, enraizado nas propriedades da forma, já que, mesmo com a adição do anexo e de novos espaços expositivos para além da galeria progressiva em espiral, a maioria dos visitantes rastreados passou mais tempo neste , que foi o espaço chave na concepção original de Wright para o museu.

4.2.2.5 Agentes

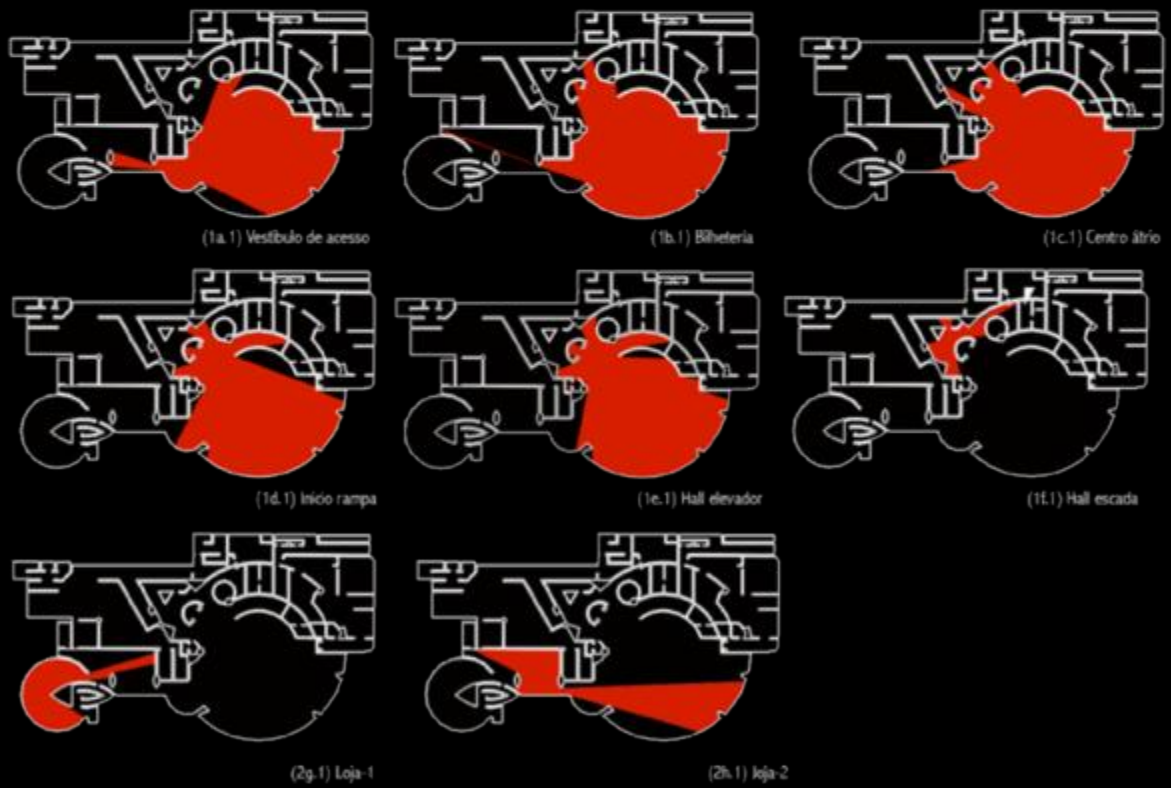
Como última etapa das investigações acerca da configuração espacial do MG foram realizadas análises de agentes autômatos nos leiautes em questão através de contagens de portões e mapas de percursos. Turner e Penn (2002) incorporam essa análise ao corpus instrumental da SE a partir da noção do ambiente como provedor de possibilidades, que deriva do entrelaçamento entre a abordagem configuracional na SE e a teoria ecológica da percepção e da superfície percorrida de Gibson (1979), resultando em um método centrado em conexões entre locais mutuamente visíveis em uma configuração (TURNER; PENN, 2002; TURNER, 2003; 2007). Essa ferramenta, resultante de estudos que visam que os agentes reproduzam, com a maior fidedignidade possível, o padrão de movimento observado em leiautes reais, oferece a oportunidade para comparar, por exemplo, o comportamento dos autômatos com aqueles observados no MG, além de especular sobre como seria o comportamento em um espaço tão divulgado na literatura da historiografia, como o MCI, não analisado sob esta perspectiva. Similarmente, no avançar desta tese, a ferramenta permite que os testes do capítulo seguinte possam oferecer certa robustez quanto aos resultados obtidos, para, posteriormente, serem comparados com o comportamento de pessoas navegando em alguns desses espaços ambientados em RV.

Figura 153: Mapa VGA por integração visual (HH) com espaços mais integrados, nível 2 (1992) sem peitoril.



Fonte: o autor

Figura 154: Mapa VGA por integração visual (HH) com espaços mais integrados, nível 2 (1992) sem peitoril.



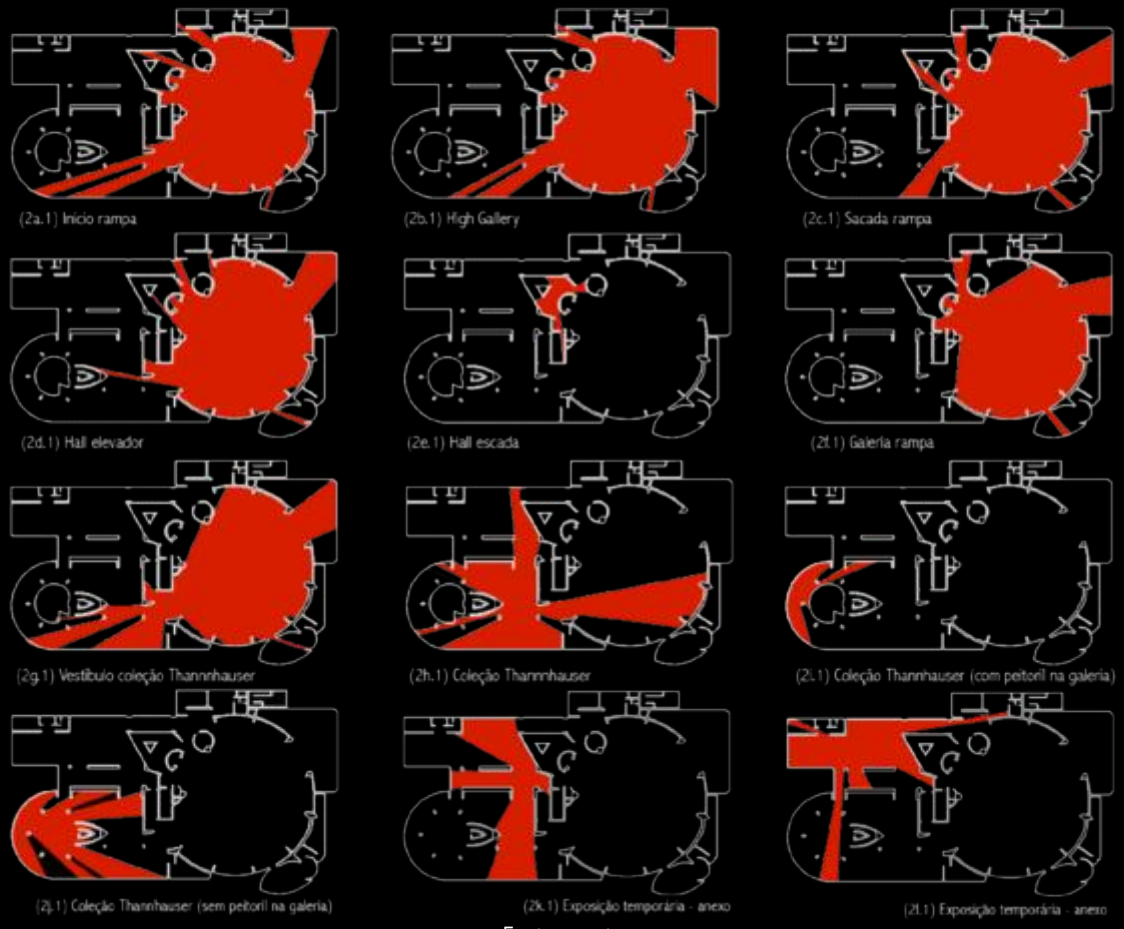
Fonte: o autor

Figura 155: Isovistas nível 2 MG, leiaute 1959.



Fonte: o autor

Figura 156: Isovistas nível 2 MG, leiaute 1992.



Fonte: o autor

O modelo criado por Turner e Penn (2002) define-se pelos seguintes parâmetros: seleção de destino, campo de visão e etapas entre pontos de tomada de decisão. Visando "gerar níveis agregados de movimento semelhantes aos encontrados em um contexto real" (TURNER; PENN, 2002, p. 473), os autômatos são programados para agir via recursos visuais diretos, até poderem fazer escolhas com base nas características visuais do ambiente, o que, eventualmente, os leva a aprender e a utilizar a memória em diferentes ambientes (AL SAYED *et al.*, 2014).

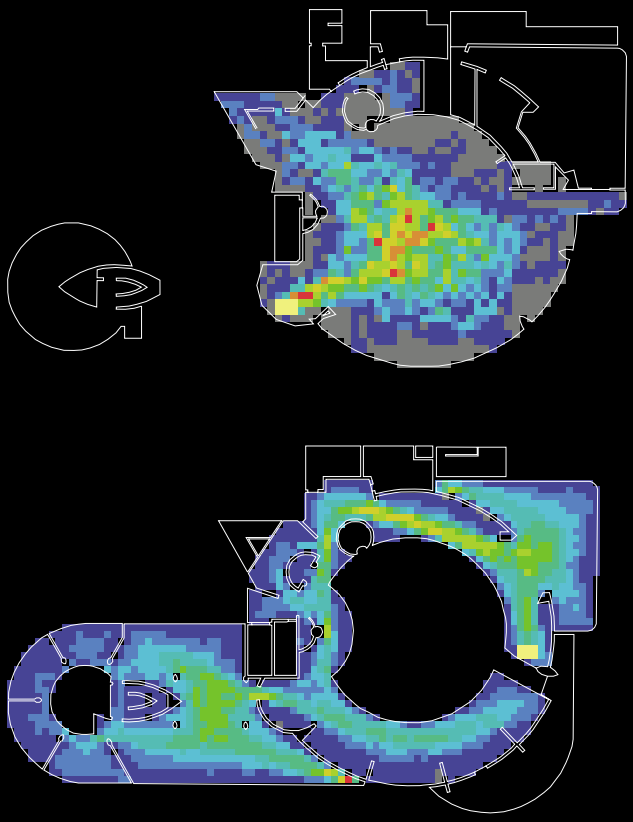
Quanto ao registro de contagem de portões, no mapa identifica-se quantos agentes estão passando nos portões predefinidos, que são os nós representados. Utilizando-se de 44 agentes, mesmo número de visitantes rastreados nos dois pavimentos do MG, tanto o mapeamento geral como aquele nos nós com maior fluxo, mostrou que, como esperado, no pavimento térreo dos dois períodos estudados mais agentes circularam do vestíbulo de acesso em direção ao átrio e neste último. Enquanto no térreo de 1959, os portões mais densos (tons laranja e vermelho) tiveram um fluxo de 16 a 19 agentes, em 1992, manteve-se entre 14 a 17 agentes.

Já no nível 2, há uma mudança significativa do leiaute inaugural ao pós-reforma. No primeiro, um número maior de agentes transitou do início da rampa à High Gallery e ao longo das primeiras baías adjacentes a esta, enquanto no leiaute de 1992, apesar de nós densos esporádicos nesse último trecho, o maior fluxo foi deslocado para as galerias no novo anexo e no antigo monitor, sobretudo, próximo a uma das permeabilidades entre essas duas áreas. Como pode ser observado ainda mais claramente quando isolamos os portões mais densos dos demais, no nível 2 inaugural, tem-se um fluxo bem maior, com 197 a 299 agentes trafegando, em contraste com o fluxo de 159 a 194 agentes no leiaute de 1992, o que aconteceu provavelmente pela interrupção maior ainda nos limites da rampa, que gerou novas permeabilidades no acesso ao anexo e em seu interior, para onde a maioria dos fluxos densos foram relocados (ver Figuras 157 a 160).

Conforme tratado na subseção 3.2.1 (Parâmetros para as análises), parâmetros, tais como, como dimensão do grid, duração da visita, número de passos antes da mudança de direção, entre outros, foram ajustados tomando como referência os resultados do comportamento dos visitantes observados no museu.

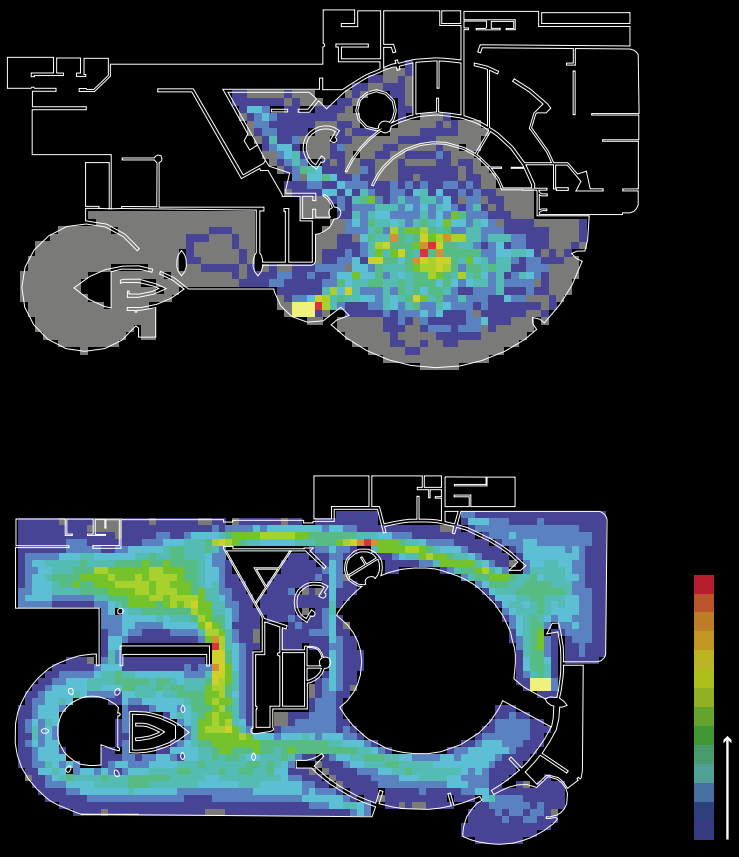
Dessa forma, se compararmos os percursos de 44 agentes autômatos com aqueles dos 44 visitantes rastreados, verificamos que, no geral, as áreas de fluxo mais denso são correspondentes entre si. Contudo, há um fluxo muito maior de agentes do que de visitantes, em parte justificado pelo fato dos primeiros poderem, por exemplo, passar mais de uma vez pelos mesmos locais, ainda que circulando pelo mesmo tempo aproximado que os visitantes o fizeram (1700 *timesteps* no nível 2, 248 *timesteps* no térreo e a referência geral de 1 passo/.5 seg.), condição que no leiaute progressivo linear do MG não foi muito recorrente durante os rastreamentos (ver Figuras 161 e 162).

Figura 157: Mapas de contagem de portões, 1959.



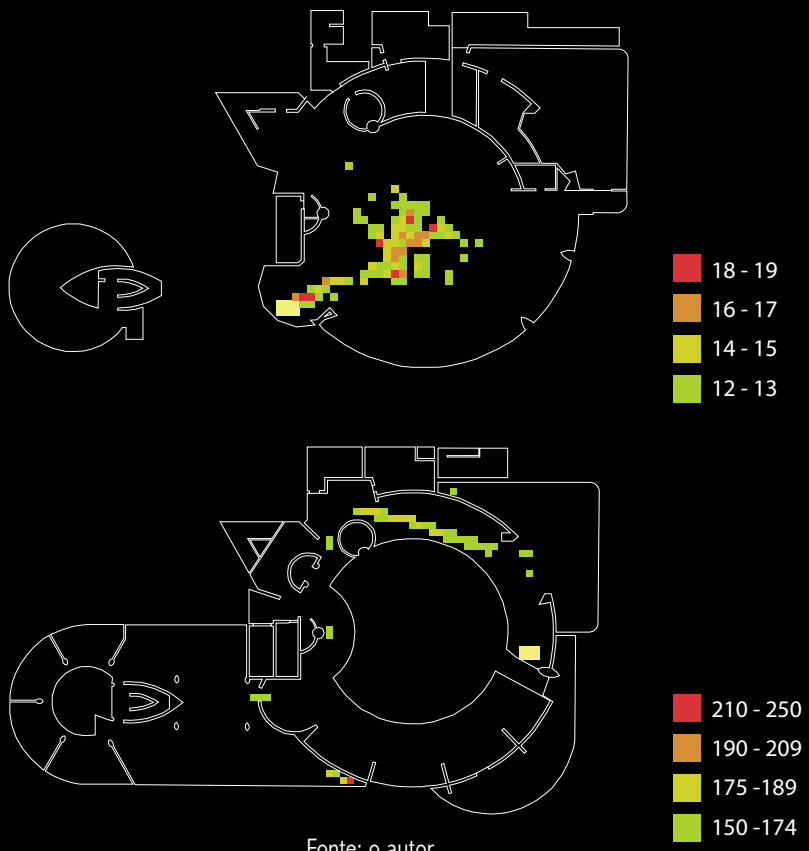
Fonte: o autor.

Figura 158: Mapas de contagem de portões, 1992.



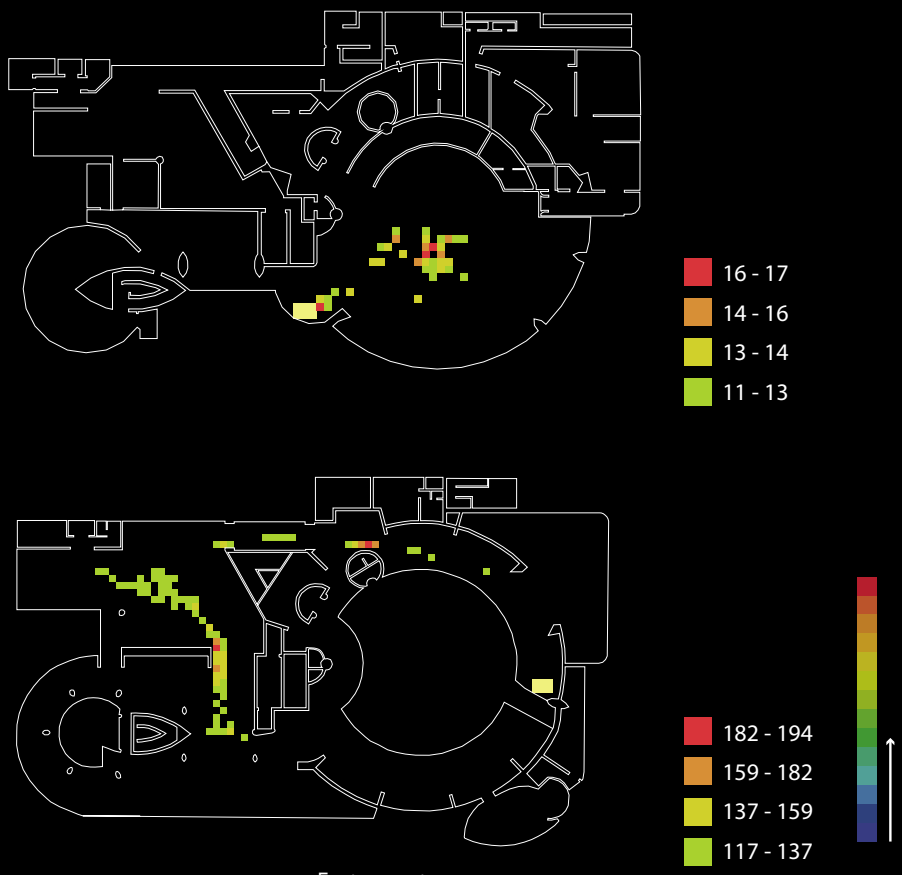
Fonte: o autor.

Figura 159: Mapas parciais de contagem de portões, indicando nós de maior fluxo, 1959.



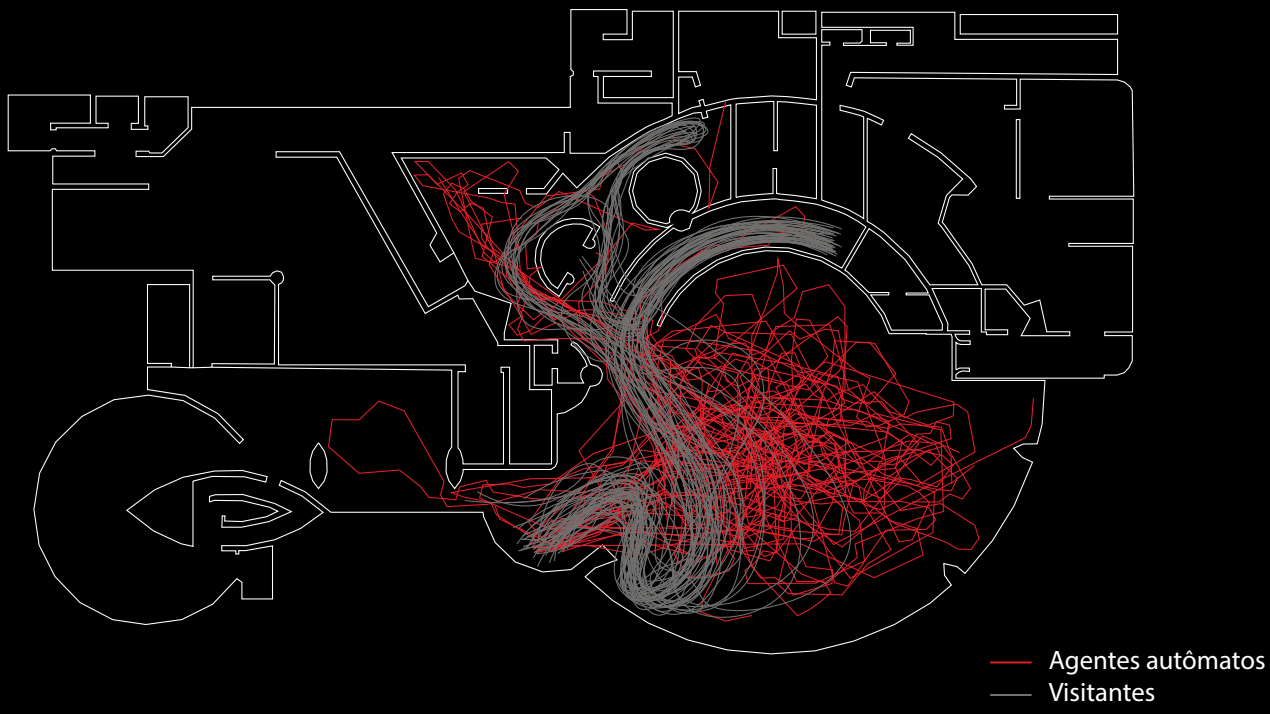
Fonte: o autor.

Figura 160: Mapas parciais de contagem de portões, indicando nós de maior fluxo, 1992.



Fonte: o autor.

Figura 161: Percursos de 44 agentes autômatos sobrepostos aos dos 44 visitantes observados in loco no térreo (leiaute 1992).



Fonte: o autor.

Figura 162: Percursos de 44 agentes autômatos sobrepostos aos de 44 visitantes observados no nível 2 (leiaute 1992).



Fonte: o autor.

Outro aspecto percebido, que se assemelha às GPs abordadas no capítulo 1, foi o fato de que nem pessoas nem agentes adentraram com frequência nos nichos nas galerias, contudo, é preciso observar que, pela meta de 10m para o tempo de observação, que tomou como referência Hillier *et al.* (1996), os rastreamentos ocorreram até o final do nível 2, onde nichos ainda são bastante rasos, passando a adquirir maior profundidade no nível 3, como mostrado anteriormente, o que pareceu aumentar o tempo de interesse de visitantes em obras de arte (ver Tabela 06). Por outro lado, mais agentes aproximaram-se do limite físico do peitoril da rotunda do que os visitantes, o que talvez se deva ao fato dos visitantes, em movimento ascendente, sentido no qual o rastreamento foi feito, tenderem a desenvolver uma experiência visual (e de movimento) mais centrífuga, ou seja, direcionada opostamente ao eixo central do átrio, no intuito de observar obras de arte nas cavidades da barreira delimitante das galerias, enquanto, na descida, esta é prioritariamente centrípeta, ou seja, seu direcionamento é para o centro da rotunda, refletido em paradas para vislumbrar o espaço e fazer fotos deste, de si mesmo e de seus pares. Nos agentes, esse fator (subida/descida) não tem como ser acrescentado aos parâmetros do modelo usado na análise computacional.

No pavimento térreo, enquanto os agentes reagem à condição de espaço aberto do átrio, com menos pistas visuais que a rampa no piso superior, os visitantes, em parte guiados por funcionários do museu e pelo posicionamento da bilheteria, desenvolvem um percurso mais objetivo, com a maioria, uma vez passando pelos procedimentos de segurança após o vestíbulo, adquirindo bilhetes, prosseguindo direto para a rampa que as leva ao nível 2 ou dirigindo-se ao guarda-volume locado por trás e à direita do elevador (este em forma de meia lua). A outra circulação vertical pública, além do elevador e da rampa, a escada de forma triangular, por trás do elevador, que não foi utilizada por nenhum dos visitantes rastreados, diferente do que fizeram alguns dos agentes, que percorreram por esse espaço.

É interessante também observar como o padrão de movimento real e de agentes, independente do número de linhas de percursos, é semelhante na High Gallery, o que pode ser justificado talvez pela visibilidade desse espaço a partir do ponto de partida das rotas, o patamar de chegada da rampa no nível 2, imediatamente adjacente à HG. De uma forma geral, os percursos dos agentes parecem ter sido divididos de modo mais equilibrado do que os visitantes entre a galeria em espiral e o sistema de espaços expositivos paralelos a esta, consolidado após a reforma da década de 1990. Como vimos, mesmo que tenham acessado essas últimas, os visitantes acabaram passando mais tempo na rampa.

Ao analisarmos os percursos de visitantes e agentes em relação aos portões mais densos, usando como base o leiaute de 1992, o maior fluxo de percursos ocorreu com os agentes no nível 2 da galeria do novo anexo (399 agentes), seguido daqueles situados em uma das permeabilidades entre esta e a galeria na antiga biblioteca (197 percursos), ao passo que, dentre os visitantes, houve maior fluxo na torre maior do museu, entre as galerias iniciais e o acesso ao novo anexo. Relativamente falando, se somarmos todos os percursos por agente e visitantes computados no nível 2 (111 visitantes e 743 agentes), aqueles de visitantes na porção esquerda da planta correspondem a 60% do total, enquanto que, no

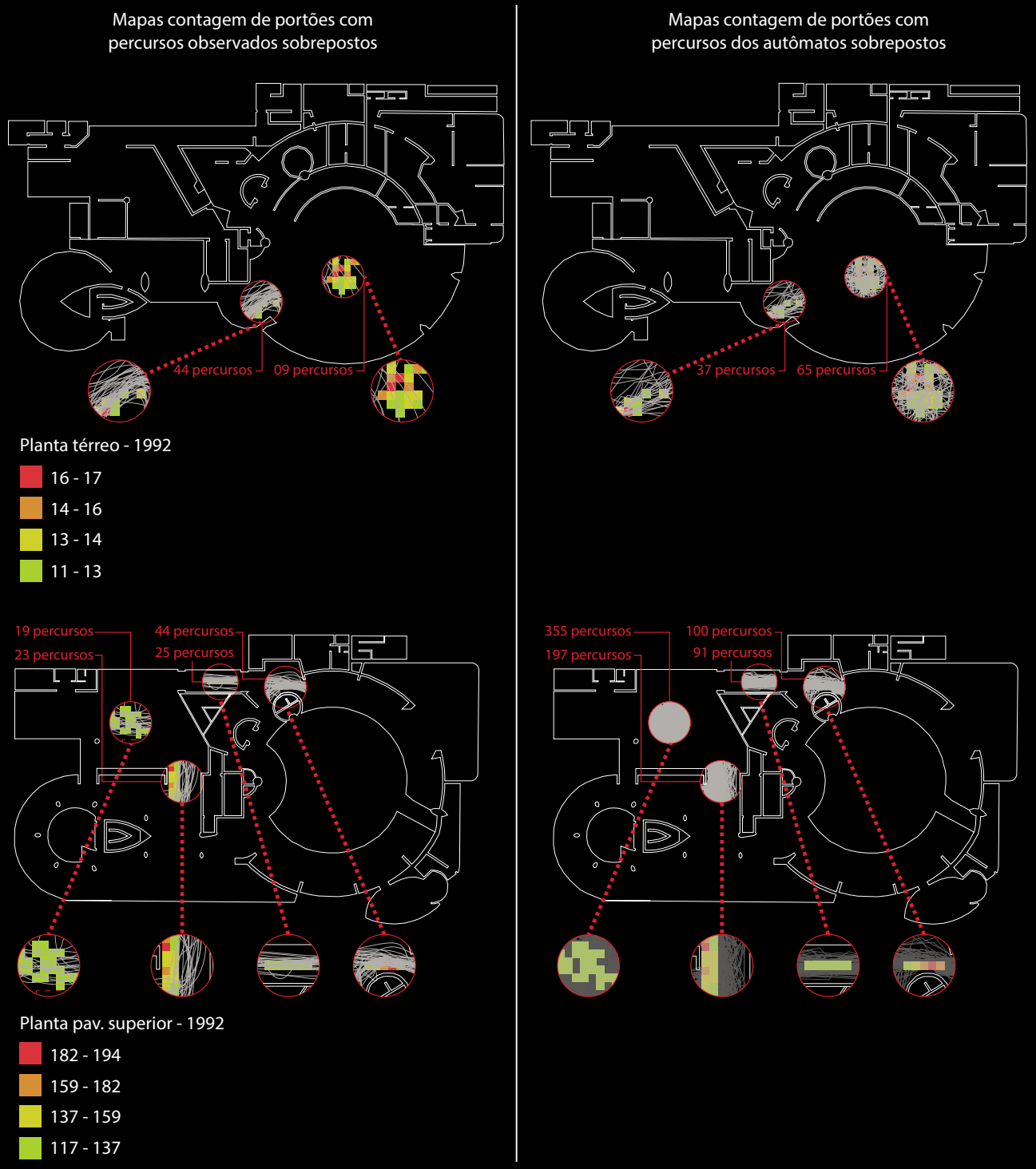
mesmo trecho, em relação aos agentes, equivale a 86,5%. Portanto, mais agentes andaram nos espaços expositivos acrescidos pós-reforma (1992) do que na rampa, ponto focal do projeto (ver Figuras 163). Quando comparamos esse cenário com o que foi observado no local no nível 2 do museu, os visitantes passaram mais tempo e andaram mais na rampa, chegando mais próximo da experiência de visitação vislumbrada por Wright, dada a ressalva de que autômatos não levam em consideração os movimentos ascendentes e descendentes em seus trajetos.

Em relação ao piso térreo, como especulamos há pouco, enquanto agentes trafegaram mais no centro do átrio, gerando portões mais densos, os visitantes, talvez guiados em parte por fatores além da configuração espacial (como segurança e tempo de espera na bilheteria), moveram-se com maior objetividade rumo à rampa, caminhando pela periferia do átrio. No geral, no nível 2, mais visitantes passaram por portões identificados computacionalmente como mais densos, embora o mesmo não tenha acontecido com agentes, que, diante das mais variadas opções de rotas no novo anexo, exploraram mais os espaços expositivos ali situados.

Uma vez apresentadas as observações *in loco* e a análise morfológica do MG, na seção a seguir retornaremos ao outro caso emblemático de GP introduzido anteriormente neste capítulo. Se o MG é um edifício construído, muito bem documentado, sobretudo pela GF, que podemos visitar e, assim, experiencia-lo, gerando bases para as discussões que acabamos de apresentar, o Museu do Crescimento Ilimitado (MCI) é justamente o oposto. Trata-se de um conceito de museu, com certa escassez de registros documentais, mas que, como anunciado na primeira metade deste capítulo, exemplifica a matriz espiralar na obra de Le Corbusier, aplicada, como muitos defendem, por seu potencial de se adaptar ao crescimento futuro.

Apesar de não discordamos desse fundamento, o que, na verdade, nos estimula a investigá-lo é sua condição peculiar enquanto GP, que, conforme a contextualização apresentada, prova-se como um exercício do mestre franco-suíço sobre a implementação de sua recorrente ideia da *promenade* arquitetural na experiência de visitação de um museu, portanto, de certa forma, bastante semelhante à aproximação do seu contemporâneo norte-americano. Resta-nos, portanto, neste momento, saber qual dos dois projetos foi imbuído de um maior ou menor determinismo, no sentido de controle da experiência, assim como vimos seus antecedentes o fazerem, antes mesmo do museu público consolidar-se enquanto realidade.

Figura 163: Percursos de 44 visitantes(esq.) e 44 agentes autômato(dir.) sobrepostos aos portões de maior fluxo no leiaute de 1992.



Fonte: o autor.

4.3 A Sintaxe Espacial do MCI

> *"Transparência, contudo, significa mais do que uma característica ótica, implica uma ordem espacial mais ampla. Transparência significa percepção simultânea de diferentes posições espaciais."*
> Gyorgy Kepes, 1944 *apud* ROWE; SLUTZKY, 2007, p. 22, tradução nossa)

Antes de iniciar a análise propriamente dita, algumas questões merecem ser ressaltadas. A primeira é que, enquanto o projeto de Wright, para se tornar uma realidade construída, passou por revisões para atender a diferentes demandas do cliente, dos comitês e normativas da cidade de Nova Iorque, o MCI (1939), projeto de Le Corbusier, permaneceu na esfera conceitual, ainda que ideias então lançadas tenham sido aplicadas em alguns de seus museus posteriores, que chegaram a ser construídos: em Ahmedabad, na Índia (1952-1956); em Tóquio (Museu Nacional de Arte Ocidental, 1957-59); e em Chandigarh (1964-1968).

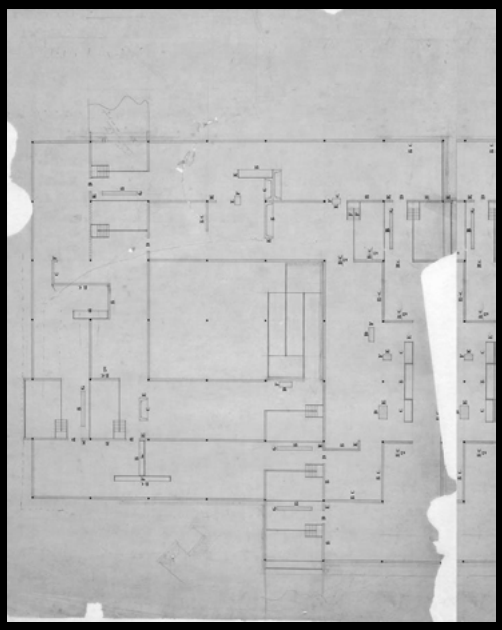
Como consequência, o programa do MG, mesmo que nas análises tenham sido enfatizados os dois pisos iniciais e apenas os espaços abertos ao público, é mais complexo que o do MCI, incluindo, além de galerias, algumas circulações verticais, banheiros, escritórios, biblioteca, espaços de serviço, e, posteriormente, sala de leitura, lojas, entre outros. No leiaute proposto por Le Corbusier quase todos os espaços são rotulados como galeria, afetando as relações espaciais no sistema.

Outro aspecto importante é que, como tivemos acesso ao MG, várias observações *in loco* puderam ser feitas, o que, sem dúvida, favoreceu um entendimento mais íntimo sobre o espaço. Além disso, existe uma série de publicações impressas pela GF, muitas das quais tivemos acesso (The Guggenheim, 2009; Solomon R. Guggenheim Museum, 2012; VAIL, 2009a; 2009b; DANZKER; SALMEN; VAIL, 2005), e outros relevantes trabalhos por renomados acadêmicos (DAL CO, 2017; LEVINE, 1996; PFEIFFER, 1986). Já o MCI, não só é um museu que não saiu do papel, mas com poucos registros documentais sob a forma de desenhos técnicos, o que nos leva a mais uma importante ressalva.

Le Corbusier pensou em dois pavimentos – térreo e piso superior – e uma série de pequenos mezaninos acima do segundo nível, aos quais se conectavam por pequenas escadas, encaixando-se sob a laje de coberta, com baixíssimo pé-direito. Esses espaços, modelados digitalmente e representados em planta baixa, mas não foram incluídos na análise sintática, à medida que aparentavam ser pequenos platôs ou espaços de estar suspensos, os quais supomos, não comportariam exposições, cuja função principal seria acentuar visualmente o sistema dos quatro eixos do cata-vento.

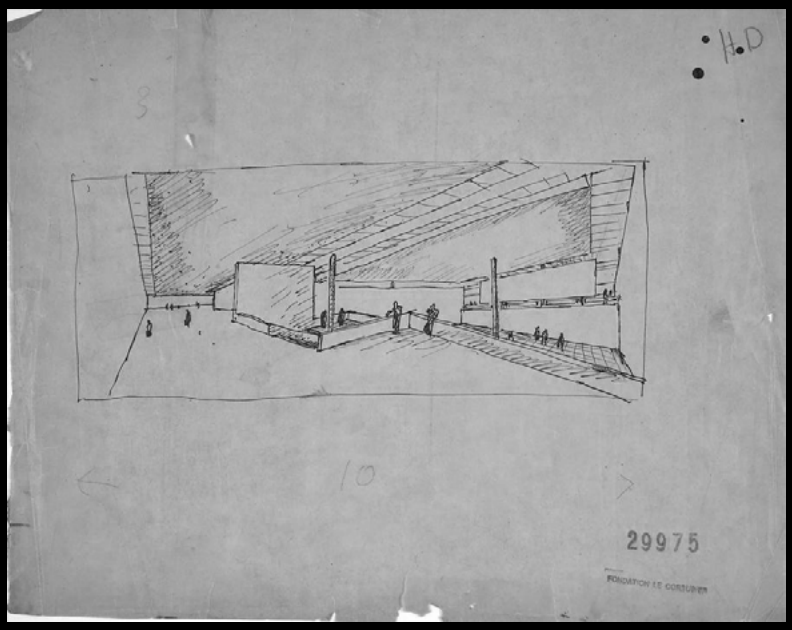
Na ausência de plantas baixas finalizadas para o projeto, estas foram desenvolvida juntamente com um modelo tridimensional digital com bases nos arquivos, a maioria esboços e maquetes físicas disponíveis na Fondation Le Corbusier, e em outras relevantes publicações (LE CORBUSIER, 1948; 1946; BOESIGER, 2001; MOOS, 1988; BAKER, 1988; MOULIS, 2002; 2003; 2007; COLOMINA, 2009; CHIN, 2015) (ver Figuras 164 e 165). Portanto, é preciso frisar que, mesmo tentando usar da maior precisão possível para gerar o material, o resultado produzido não deixa de refletir nossa interpretação acerca dos documentos existentes (ver Figura 166).

Figura 164: Planta baixa piso superior, MCI, 1939.



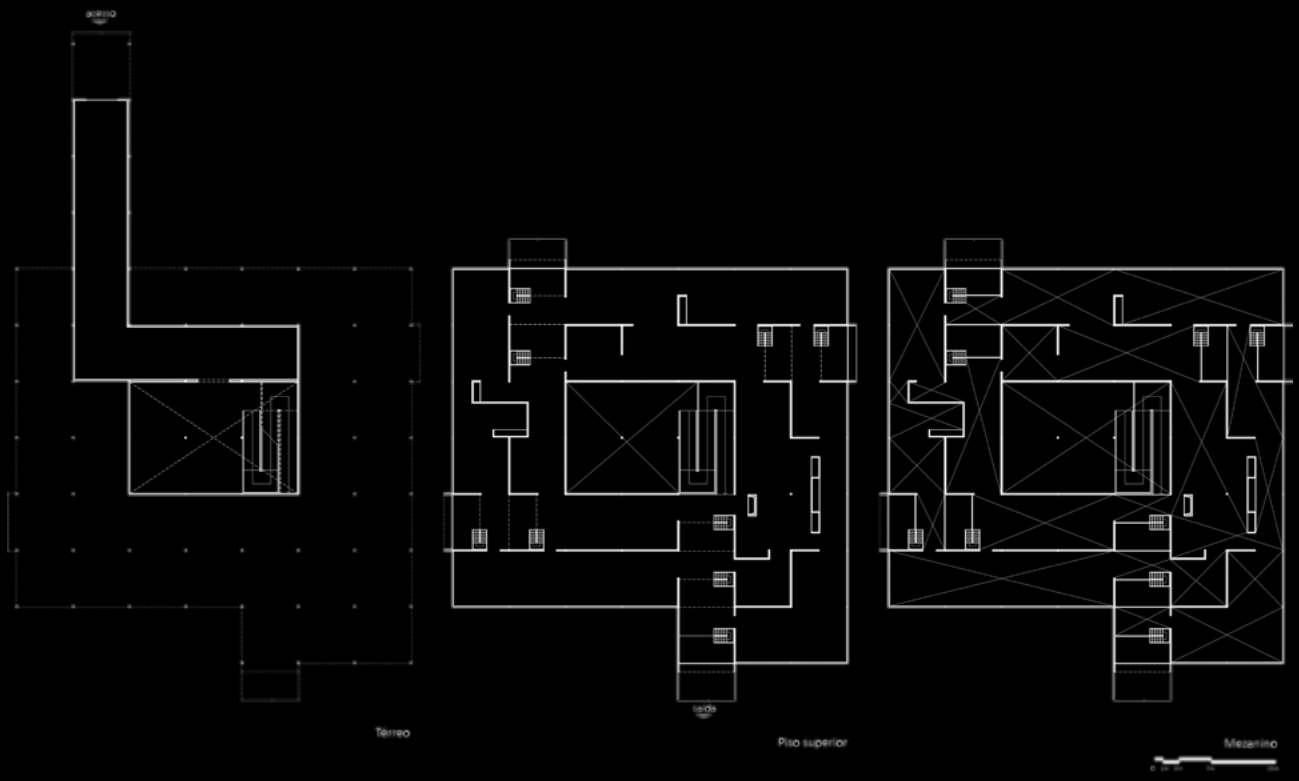
Disponível em: http://www.fondationlecorbusier.fr/.
Acesso em 1 maio 2016.

Figura 165: Esboços Le Corbusier,1939.



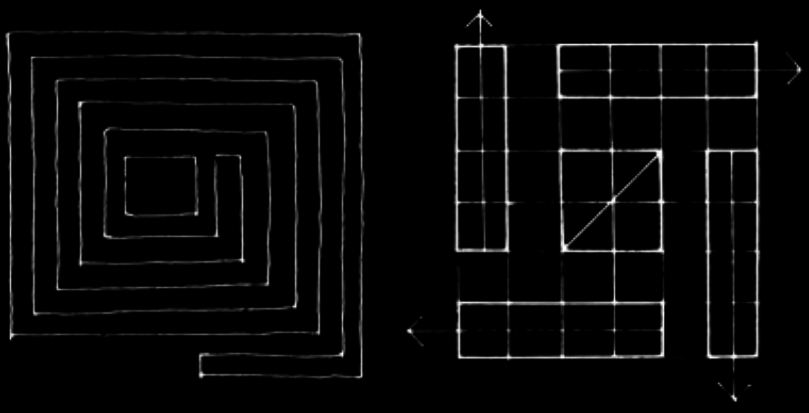
Disponível em: http://www.fondationlecorbusier.fr/.
Acesso em 1 maio 2018. (recorte nosso)

Figura 166: Plantas baixas do térreo (esq.), piso superior (centro) e mezanino (dir.), MCI, 1939.



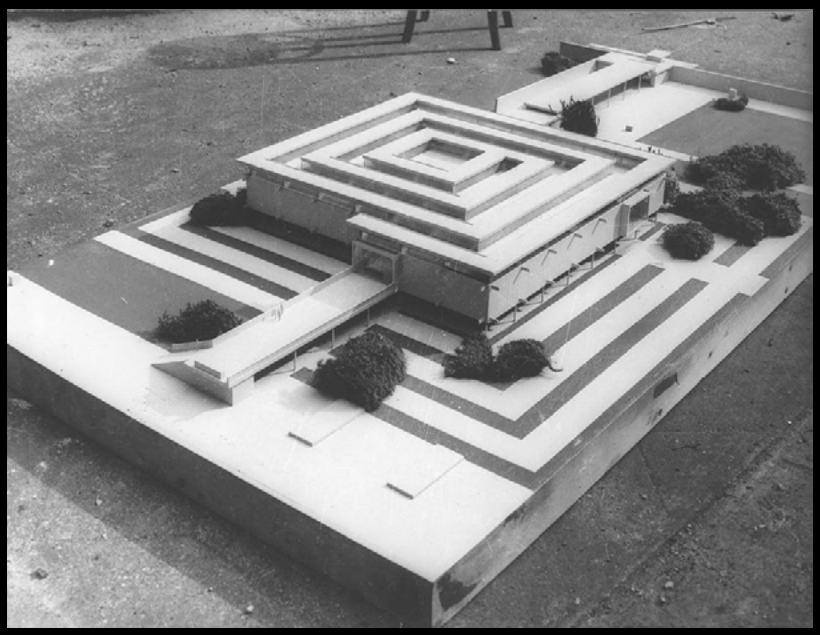
Fonte: (ROLIM, AMORIM e JABORANDY, 2018)

Figura 167: Diagramas da espiral ortogonal e do esquema cata-vento.



Fonte: (BAKER, 1988, p. 345)

Figura 168: Maquete física, MCI, 1939.



Disponível em: http://www.fondationlecorbusier.fr/. Acesso em 1 maio 2016.

Aproximando-se da morfologia do MCI, os mesmos parâmetros anunciados para o MG foram aqui utilizados. Observando-se os mapas convexos, tem-se o total de 57 unidades no sistema, das quais a maioria absoluta são espaços expositivos. Dentre estes, as galerias principais possuem generosos espaços nos quatro eixos do cata-vento e outros menores evoluindo na espiral (ver Figuras 77 a 82 / 167 e 168). No térreo, os espaços são altamente conectados, com o grau médio de 1,7. Já no pavimento superior, o grau de conectividade médio é de 2,4 e os espaços mais conectados estão posicionados nas extremidades dos eixos do cata-vento, próximos às aberturas para o exterior (ver Figura 169 e Tabela 09).

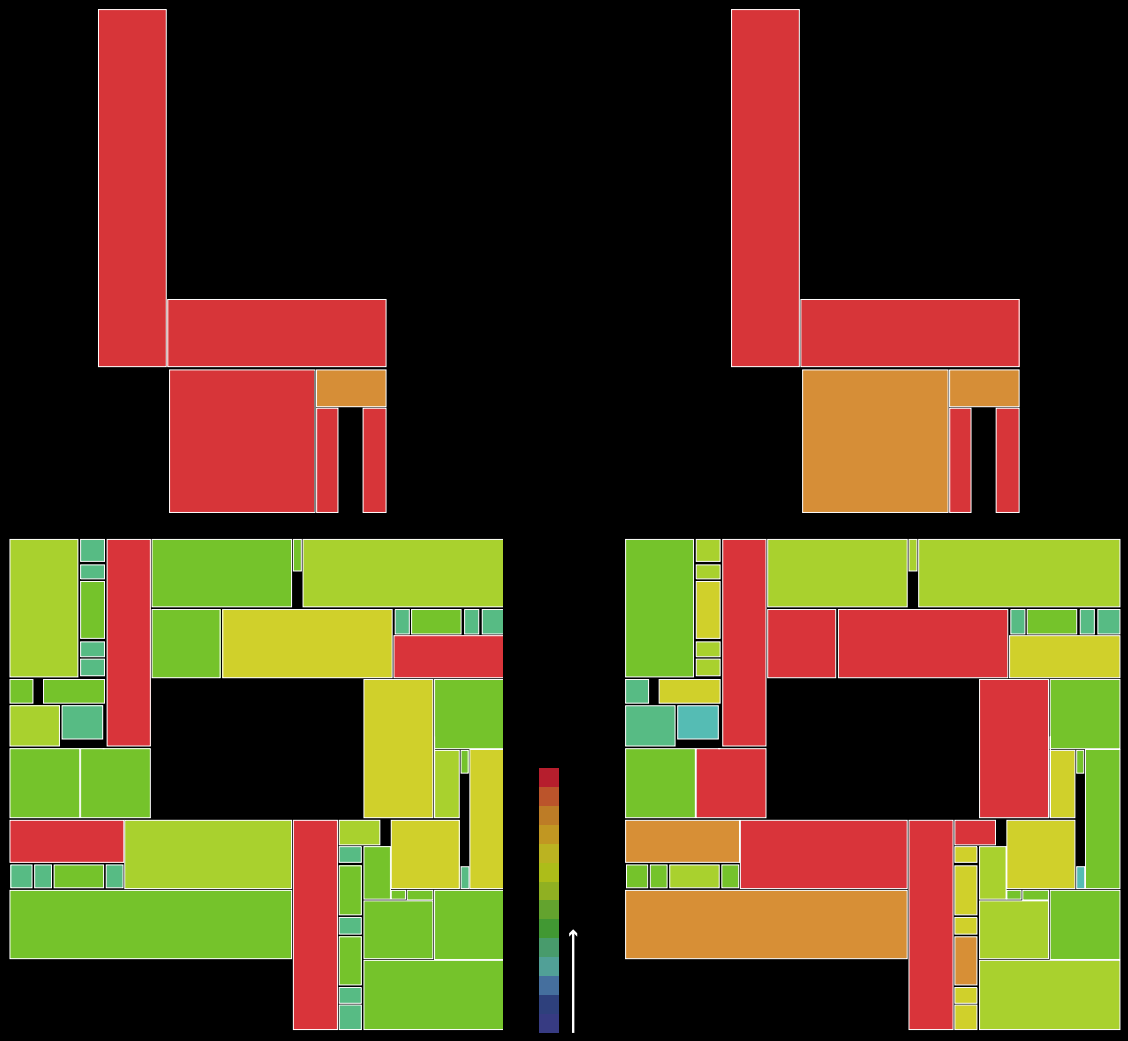
Quanto à integração (HH), de modo semelhante, no térreo, todos os espaços são muito integrados (cores vermelha e laranja nos mapas), com a média de HH=0,73. No pavimento superior, a força do anel ao redor do átrio é evidente, com todos os seus espaços delimitantes altamente integrados (cor vermelha). Os maiores valores de HH estão no pavimento superior, especificamente, no vestíbulo de acesso (HH=1,32), galerias gerais (HH=1,39, HH=1,37 e HH=1,33) e em uma das galerias alinhadas ao mezanino (HH=1,33), que, em seu todo, computa a média de HH=0,99 (ver Figura 169, Tabela 09 e Gráficos 23 e 24).

À medida que a condição implica que esses locais ocupem posições mais centrais no sistema, ofertando maior probabilidade de tráfego e encontros, a área em questão conforma-se como o eixo de integração do museu (ver Figuras 170).Esse aspecto também confirma a força centrífuga na composição de Le Corbusier que tem, no átrio, seu ponto de partida, lançando os visitantes na espiral, por sua vez, atenuada pelos eixos do cata-vento, que oferecem vistas ao exterior (ver Figuras 190 e 191).

No sistema como um todo, os espaços tipo “c” e “d” têm os maiores percentuais quantitativos (31%), seguidos daqueles do tipo “a” (34,5%) e apenas 3,5% do tipo “b”. No pavimento térreo, tem-se 83,3% dos espaços do tipo “b”, com apenas um espaço do tipo “a”. No pavimento superior, tem-se o predomínio de espaços tipo “c” e “d” (com 35% e 33%, respectivamente), seguidos daqueles do tipo “a” (29%), registrando apenas um espaço do tipo “b”. Sobrepondo essas unidades aos mapas convexos, no piso superior, aqueles com maior grau de conectividade são todos do tipo “d”. Já quanto à integração (HH), no piso superior, dos 10 espaços mais integrados, 62,5% são do tipo “d” e 37,5%, do tipo “c” (ver Figuras 171 a 174 e Gráfico 25).

Em consequência, como o aumento no número de espaços “d” potencializa a redução da profundidade espacial, contribuindo para um sistema integrado, o piso principal qualifica-se desse modo. Em contraste, no piso térreo, quase inteiramente formado de espaços “b” muito integrados, o sistema é mais segregado, o que se deve ao fato de ofertar praticamente uma única opção de rota – seguir pelos corredores em sequência linear rumo ao centro da planta, onde está o átrio. Este, ponto de partida da visitação às exposições, apesar de em uma posição relativamente rasa no sistema (três passos sintáticos do exterior), quando se trata de dimensões métricas, o visitante percorre uma distância considerável para alcançá-lo, talvez indicando a força da *promenade* arquitetural de Le Corbusier, embora o arquiteto tenha privado o visitante de qualquer vista do exterior nesse trajeto (ver Figuras 175 a 179).

Figura 169: Mapas convexos MCI por conectividade (esq.) e integração (HH) (dir.), pisos térreo (acima) e superior (abaixo).



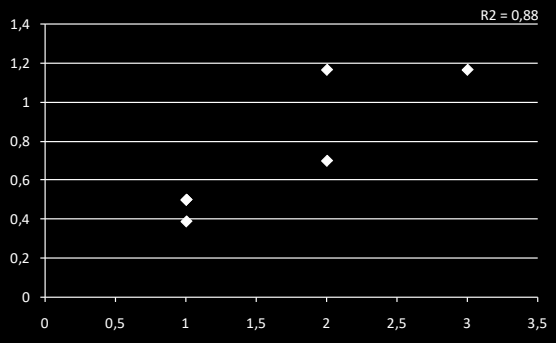
Fonte: o autor.

Tabela 09 - Análise convexa do MCI

	Nível	Número de espaços convexos	Conectividade	Integração (HH)	R2 / Inteligibilidade
Museum of Unlimited Growth	Térreo	6	1,7	0,73	0,88
	Nível 2	52	2,4	0,99	0,6

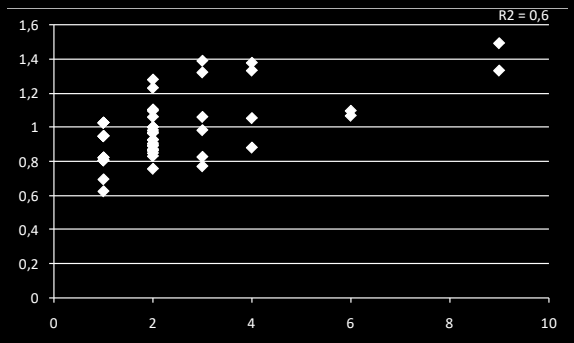
Fonte: o autor.

Gráfico 23 - Inteligibilidade (R2), piso térreo MCI



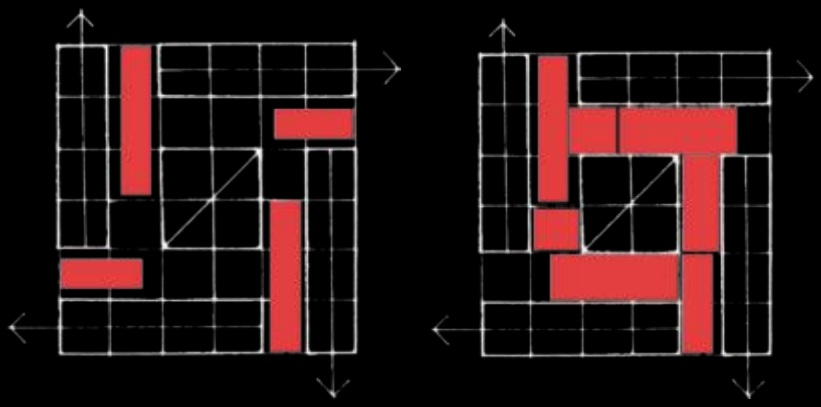
Fonte: o autor.

Gráfico 24 - Inteligibilidade (R2), piso superior MCI



Fonte: o autor.

Figura 170: Espaços com maior grau de conectividade (esq.) e com maiores valores de HH (dir.) sobrepostos ao esquema do cata-vento no MCI.



Fonte: (BAKER, 1988, p. 345 (recorte nosso))

Figura 171: Tipos e quantidade de espaços convexos no leiaute do MCI.



Fonte: o autor.

Figura 172: Tipos de espaços sobrepostos aos mapas convexos por conectividade.



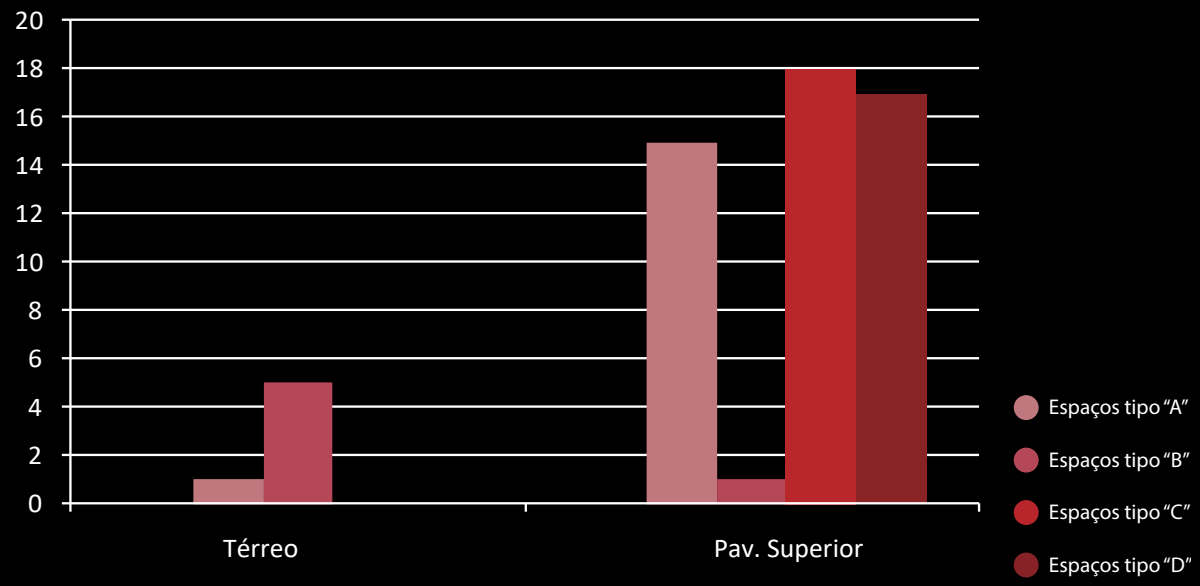
Fonte: o autor.

Figura 173: Tipos de espaços sobrepostos aos mapas convexos por integração (HH).



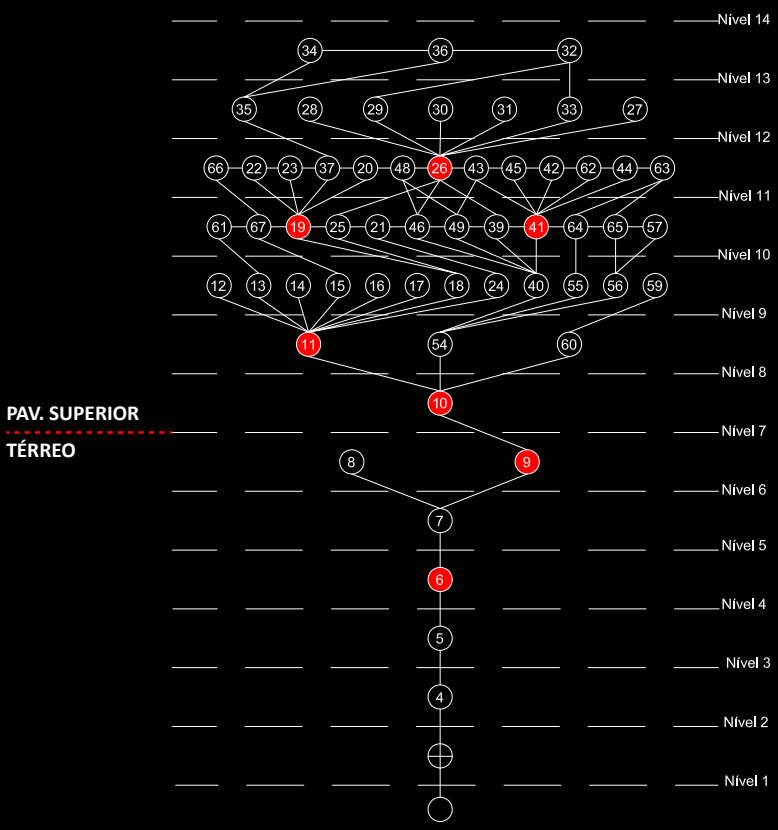
Fonte: o autor.

Gráfico 25 - Tipos de espaços conexos no MCI



Fonte: o autor

Figura 174: Grafo justificado MCI.



Térreo

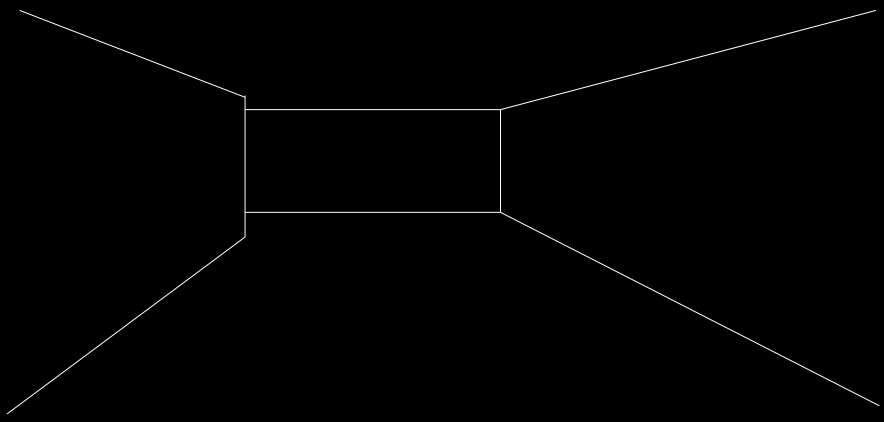
4 - Vestíbulo de entrada
5 - Vestíbulo de entrada
6 - Átrio
7 - Rampa de acesso
8 - Área embaixo da rampa
9 - Rampa

Pav. Superior

10 - Vestíbulo de entrada
11- Galeria / Mezanino
12 - Escadas para o mezanino
13 - Galeria entre às escadas
14 - Escadas para o mezanino
15 - Galeria entre às escadas
16 - Escadas para o mezanino
17 - Galeria adjacente às escadas
18 - Galeria
19 - Galeria / mezanino
20 - Escadas para o mezanino
21 - Galeria entre às escadas
22 - Escadas para o mezanino
23 - Galeria adjacente às escadas
24 e 25 - Galeria
26 - Galeria / Mezanino
27 - Galeria adjacente às escadas
28 - Escadas para o mezanino
29 - Galeria adjacente às escadas
30 - Escadas para o mezanino
31 - Galeria adjacente às escadas
32 / 37 - Galeria
39 e 40 - Galeria
41 - Galeria / mezanino
42 - Escadas para o mezanino
43 - Galeria entre às escadas
44 - Escadas para o mezanino
45 - Galeria adjacente às escadas
46, 48 e 49 - Galeria
54 / 57 e 59 / 67 - Galeria

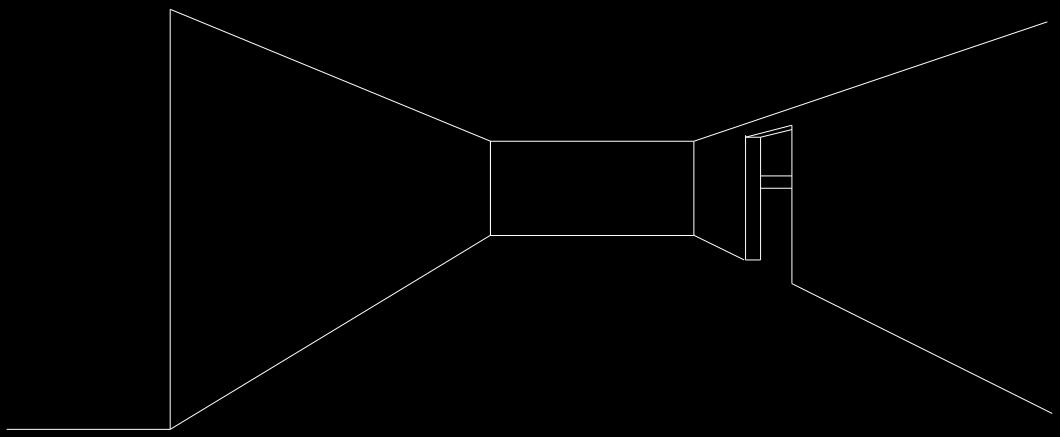
Fonte: o autor.

Figura 175: Corredor de acesso MCI, piso térreo.



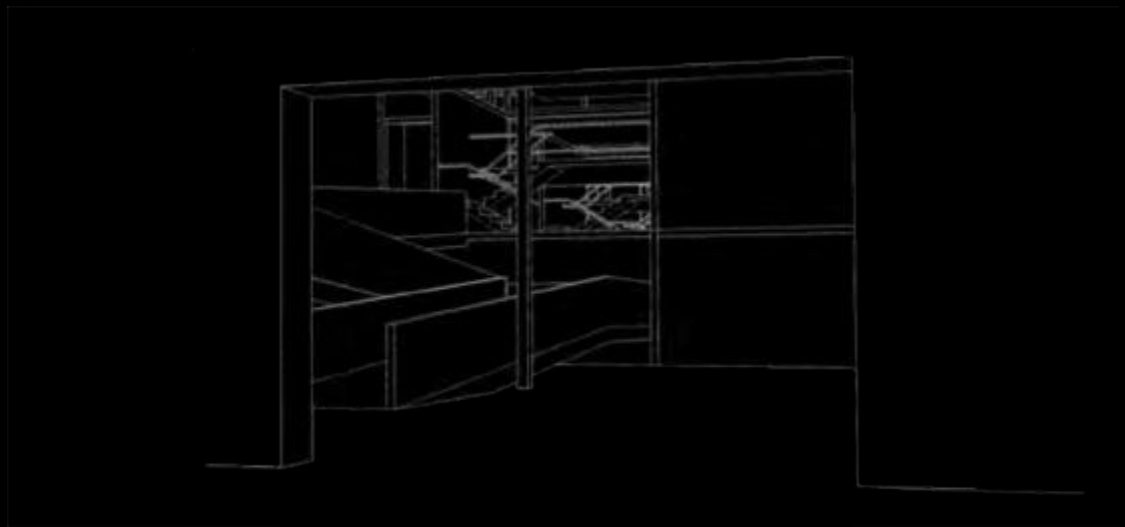
Fonte: o autor.

Figura 176: Corredor de acesso MCI, piso térreo.



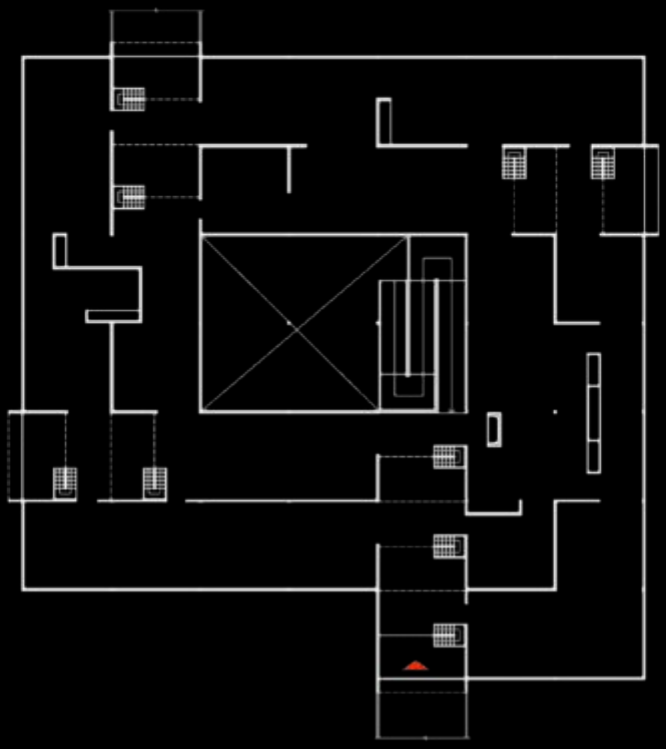
Fonte: o autor.

Figura 177: Corredor de acesso leva ao átrio central MCI, piso térreo.



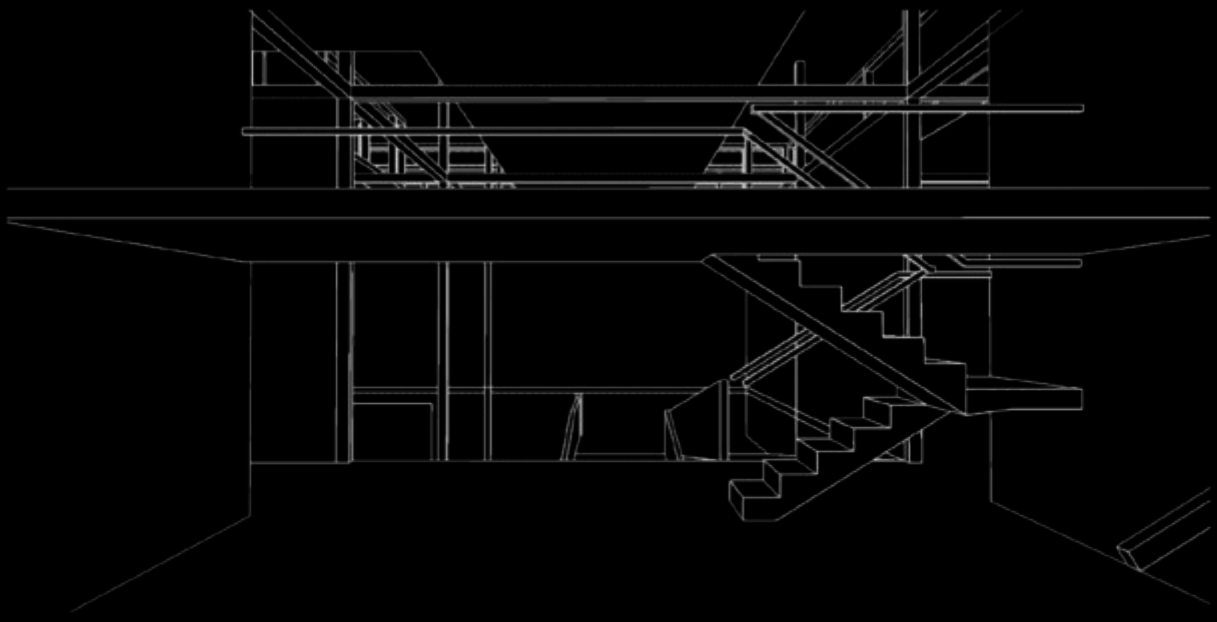
Fonte: o autor.

Figura 178: Planta do piso superior, com indicação de local de vista 3D.



Fonte: o autor.

Figura 179: Vista do pavimento superior em direção ao átrio central.



Fonte: o autor.

O sistema espacial do MCI tem 12 níveis no total, com 5 destes no térreo e o restante no piso superior. Dentre os 12 espaços mais integrados do sistema como um todo, a maioria (58%) está entre os níveis 7 e 10, portanto, em trechos mais profundos do leiaute. Enquanto no térreo a trajetória é típica de uma GP linear, no pavimento superior, encontram-se vários anéis, que, ainda que através de aberturas controladas de modo a seguir a lógica da espiral, como exposto anteriormente, suavizam um possível efeito labiríntico no leiaute (PSARRA, 2018; MOULIS, 2003; COLOMINA, 2009) e ampliam as possibilidades de rotas (ver Figura 174).

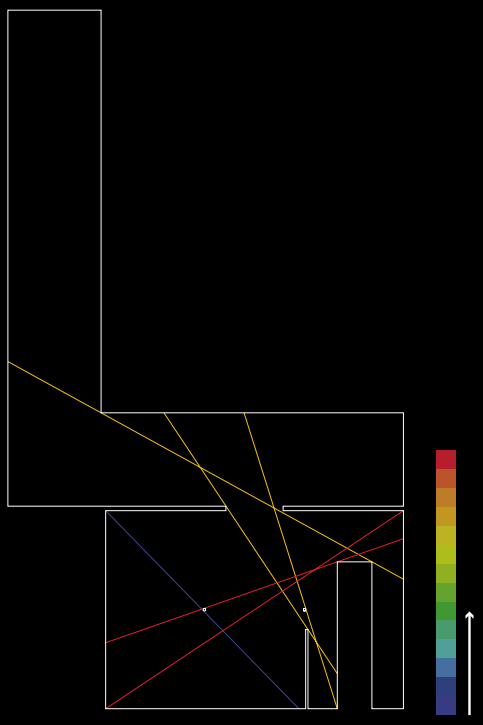
Correlacionando conectividade e integração, o sistema especial do MCI é marcado, em geral, por uma boa inteligibilidade (R2). Provavelmente devido ao percurso controlado, que facilmente leva ao átrio central, o piso térreo é bem mais inteligível (R2=0,88) do que o térreo (R2=0,60). Quando observamos os gráficos de dispersão que expressam essa correlação, percebe-se que, no térreo, há uma maior correspondência entre o grau de conectividade (eixo X) e a integração (eixo Y), pois à medida que o primeiro cresce, o outro também o faz ou permanece igual ao anterior. No pavimento superior, o comportamento dessas variáveis é menos equivalente (ver Tabela 09 e Gráficos 23 e 24).

Quanto aos eixos de movimento no leiaute do MCI, as linhas axiais mais conectadas, no térreo, atravessam o átrio de uma extremidade à outra, confirmando a importância desse elemento na configuração, já que eixos axiais com mais conexões tendem a potencializar movimento e facilitar encontros. No piso principal, a linha mais integrada (cor vermelha) parte de uma das aberturas para o exterior, abaixo de um dos mezaninos, e percorre quase todo o leiaute diagonalmente até a extremidade oposta, cruzando vários espaços expositivos e avistando escadas de acesso a outros mezaninos ao fundo (ver Figuras 180 a 185). Essa condição ilustra a estratégia de movimentos cruzados, que Zevi (2010) critica como ausente no MG e que Le Corbusier empregou com maestria, demonstrando, segundo Psarra (2018, p. 197, tradução nossa) “um engajamento consciente com a combinabilidade de regras geométricas e de movimento e visão”.

Essa tática opunha-se à maneira de projetar da École des Beaux-Arts, em Paris, método dominante no século XIX e início do XX, segundo o qual edifícios eram organizados ao longo de eixos e em composição simétrica bilateral, fazendo com que o olho humano fosse “capaz de olhar para baixo do eixo central no qual seus corpos eventualmente se moveriam para alcançar o objeto axialmente alinhado, de modo que os caminhos do olho e do corpo, seguindo a rota de movimento ao seu destino, eram exatamente os mesmos” (McCARTER, 2016, p. 56, tradução nossa).

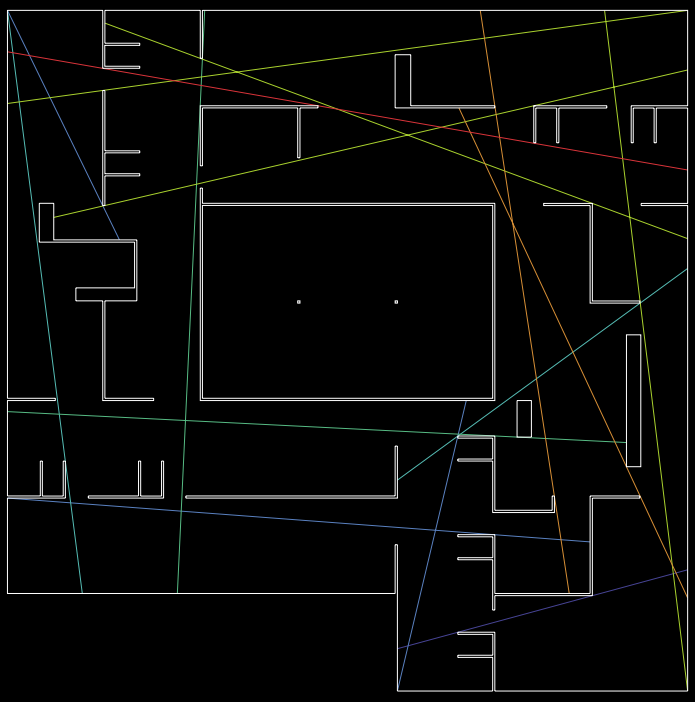
Em contraste com o rigor formal da Beaux-Arts, os edifícios modernos incipientes (de Le Corbusier, Wright e Adolf Loos, por exemplo) tinham como aspecto comum fazer com que o percurso do olho do visitante quase nunca fosse o mesmo que o do seu corpo, ou seja, a ideia era a de que, o usuário, em vez de ter seu movimento e olhar presos ao mesmo eixo axial central, seguindo a mesma sequência de espaços, serpentearia em planta e corte pelos interiores do edifício (McCARTER, 2016; PSARRA, 2018) (ver Figura 178 e 179).

Figura 180: Mapa axial piso térreo MCI.



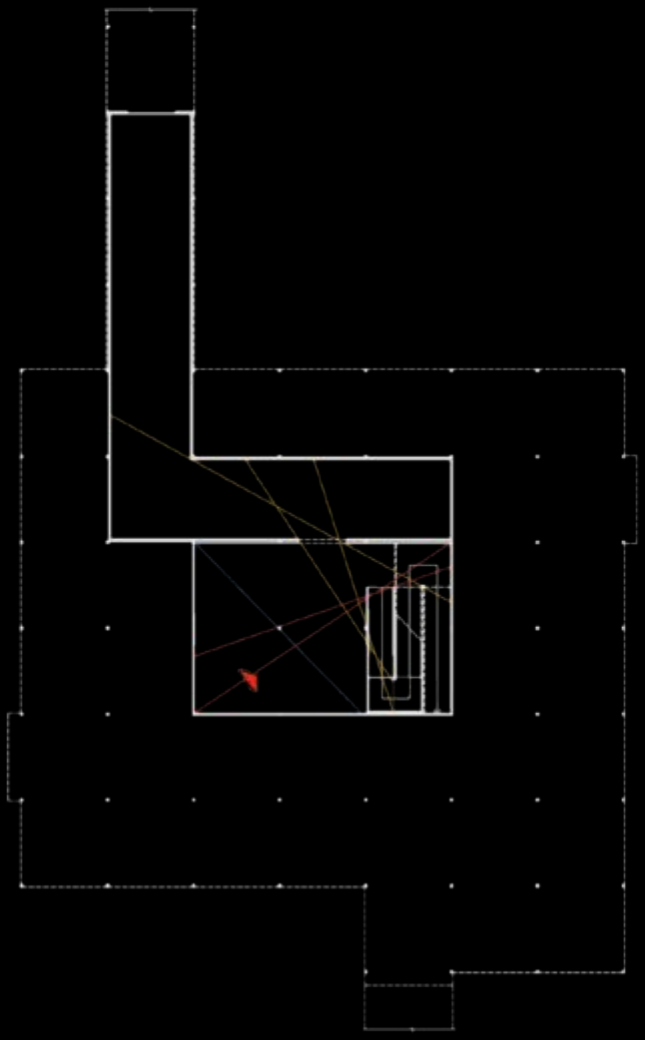
Fonte: o autor.

Figura 181: Mapa axial piso superior MCI.



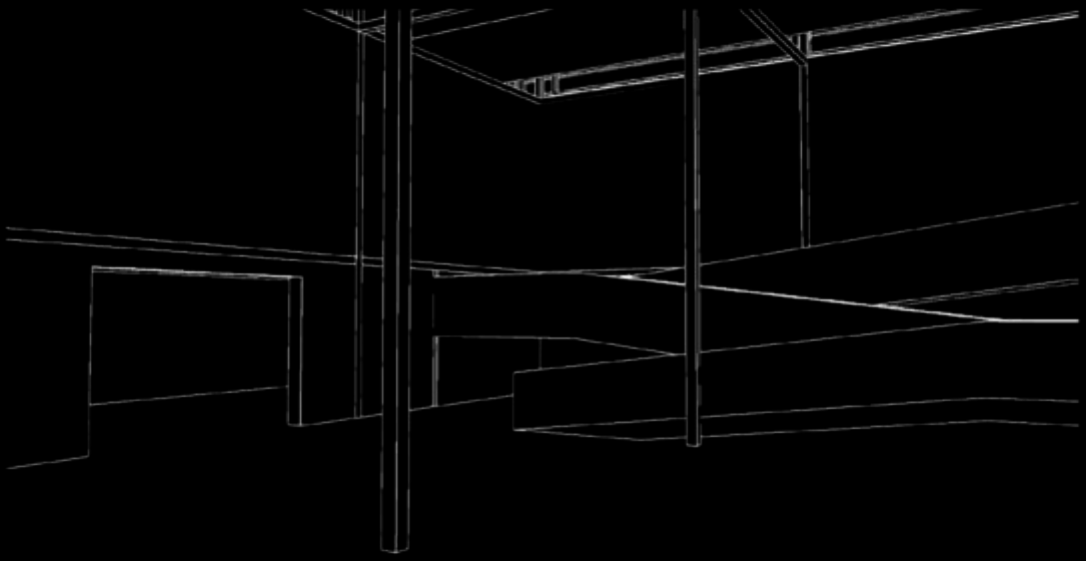
Fonte: o autor.

Figura 182: Mapa axial por conectividade sobreposto à planta do térreo, com indicação de local de vista 3D.



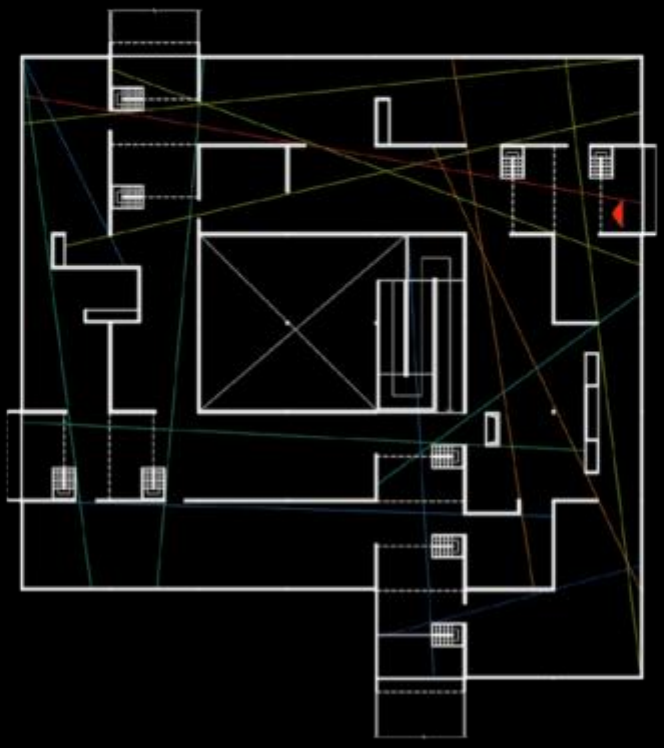
Fonte: o autor.

Figura 183: Vista do térreo na linha axial mais conectada.



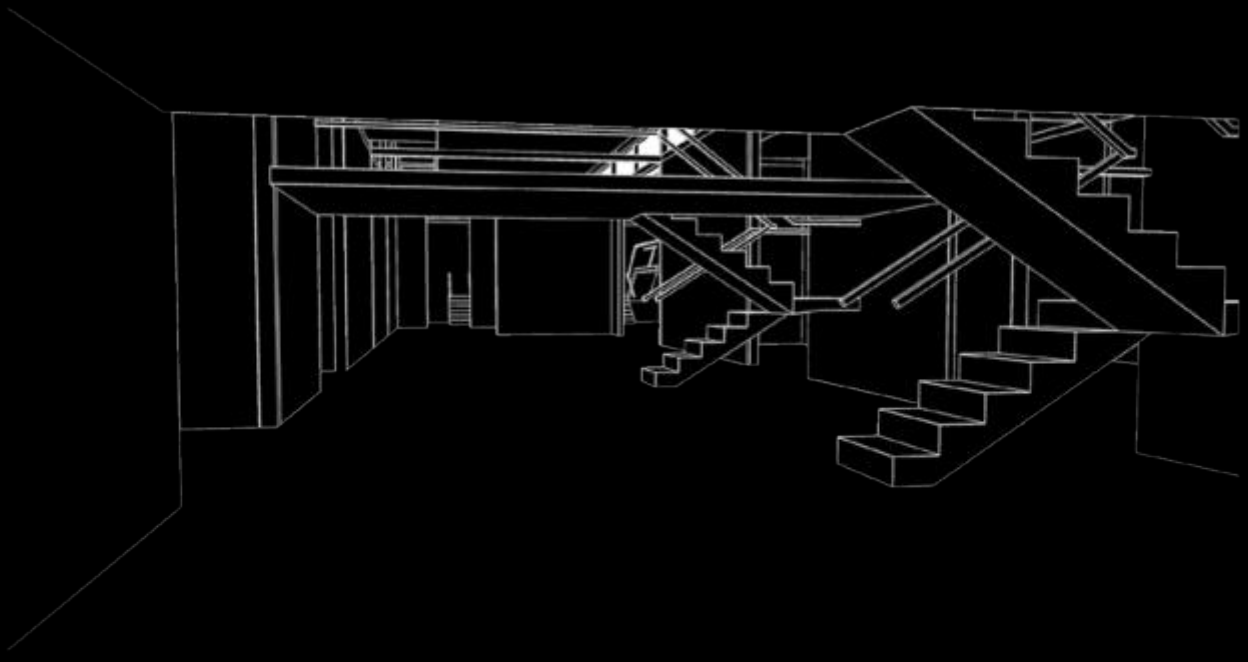
Fonte: o autor.

Figura 184: Mapa axial por conectividade sobreposto à planta do piso superior, com indicação de local de vista 3D.



Fonte: o autor.

Figura 185: Vista do pavimento superior na linha axial mais conectada.



Fonte: o autor.

Para entender melhor aspectos relativos à experiência visual e à cognição espacial dos visitantes a partir de dadas posições no sistema do MCI, foram elaborados isovistas e grafos de visibilidade (VGA).

O grafo VGA por conectividade apresenta, no térreo, a maior quantidade de nós mais intervisíveis nos momentos em que os longos vestíbulos/corredor de acesso encontram-se para, depois, desembocarem no átrio, ou seja, locais que oferecem mudanças de direção. Tendo em vista a trajetória linear sequencial, que anuncia o movimento em espiral, o sujeito atinge o final do primeiro corredor sem saber o que irá encontrar, quando dobra à esquerda e visualiza um próximo percurso, que, um pouco mais adiante e à direita, leva a uma passagem para o átrio de alto pé-direito. Até então, antes de adentrar esse espaço central, o olho e corpo do visitante seguem o mesmo eixo, mas, ao adentrar o átrio, seu movimento e olhar começam a percorrer caminhos nem sempre coincidentes, variando em planta e corte.

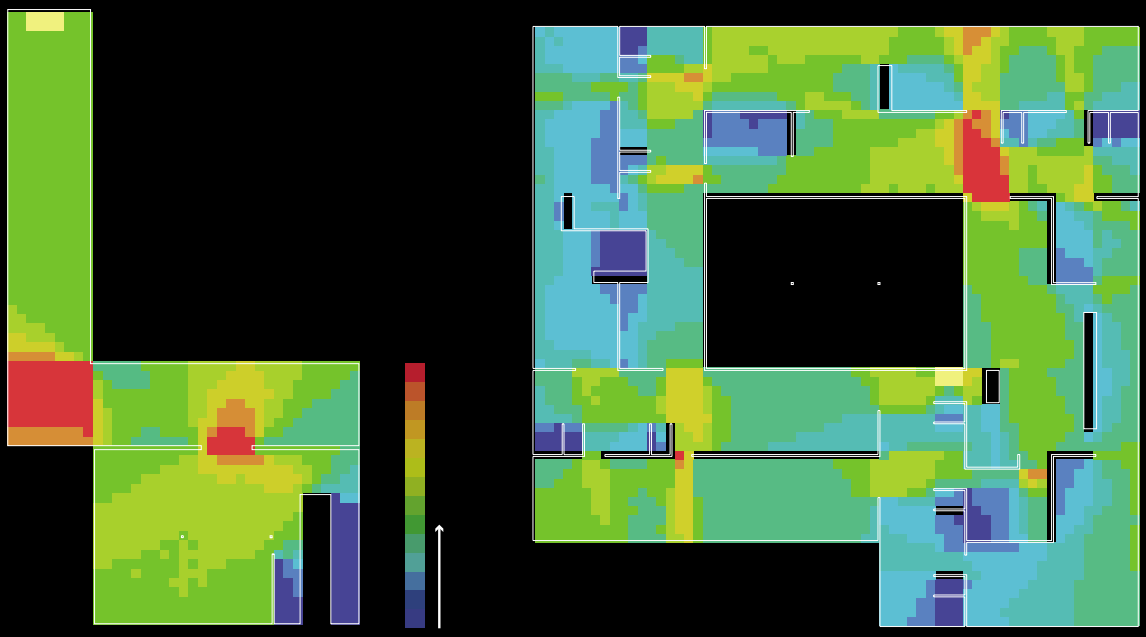
No piso superior, trechos com variações maiores quanto à intervisibilidade de nós localizam-se principalmente nos quatro eixos do cata-vento sobrepostos à espiral, concorrendo para uma interessante experiência de visitação porque geram experiências visuais contrastantes, além de reforçar a estratégia de Corbusier de amenizar possíveis efeitos entediantes na visita, ao abrir o museu para o exterior nesses momentos (ver Figura 186).

Isolado os nós mais integrados visualmente, no térreo, tem-se os maiores valores, variando de 20,4 a 21,0,na passagem do corredor de acesso para o átrio. No piso superior, onde os valores são bem menores, os nós mais integrados computaram entre 9,5 e 10,3. Uma alta concentração dentre esses nós dá-se justamente ao longo da linha axial mais conectada, de onde se tem uma ampla visão de várias galerias e mezaninos (ver Figura 187).

Fazendo simulação semelhante à realizada para o MG, foi analisado como seria o comportamento visual no piso superior em nós visualmente mais integrados, uma vez que as barreiras delimitantes do átrio fossem eliminadas. Como resultado, tem-se um comportamento típico de átrios tradicionais (como o do térreo do MG ou de galerias progressivas radiais), com nós tornando-se mais integrados à medida que se aproximam do centro geométrico do espaço. Contudo, como a estratégia do arquiteto era a de gerar percepções simultâneas dos espaços a partir de vários pontos de vista, fazendo desencontrar os percursos do olho e do corpo, manter o átrio apenas parcialmente visível e acessável pela rampa espiralar facilitaria este efeito espacial (ver Figura 188).

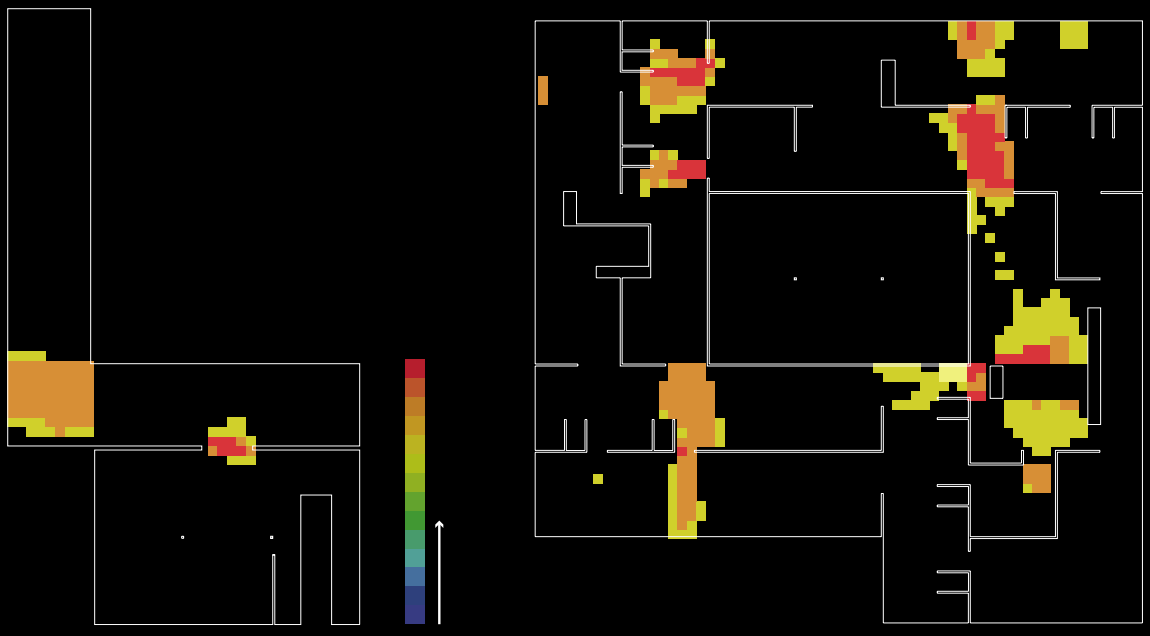
Um croquis de Le Corbusier para o Museu de Arte Contemporânea (Paris, 1931), projeto também em espiral, subsequente ao MCI, ilustra uma vista do átrio central. Apesar de se tratar de outro projeto, a composição espacial é semelhante – apresenta vazaduras nas paredes delimitantes do átrio enquanto no MIC este é mais fechado –, demonstrando a estratégia da qual falamos: o olhar em direção e através do átrio, avistando as galerias ao fundo, enquanto o caminhar até o espaço só poderia ser feito lentamente, pela rampa (ver Figura 189).

Figura 186: Mapas VGA por conectividade no térreo e nível superior.



Fonte: o autor.

Figura 187: Mapas VGA parciais dos pisos térreo(esq.) e superior (dir.) com nós de maior integração visual.



Integração [HH]
21,05
20,85
20,46
20,46
20,41
19,59
19,38
19,25
19,21
19,21

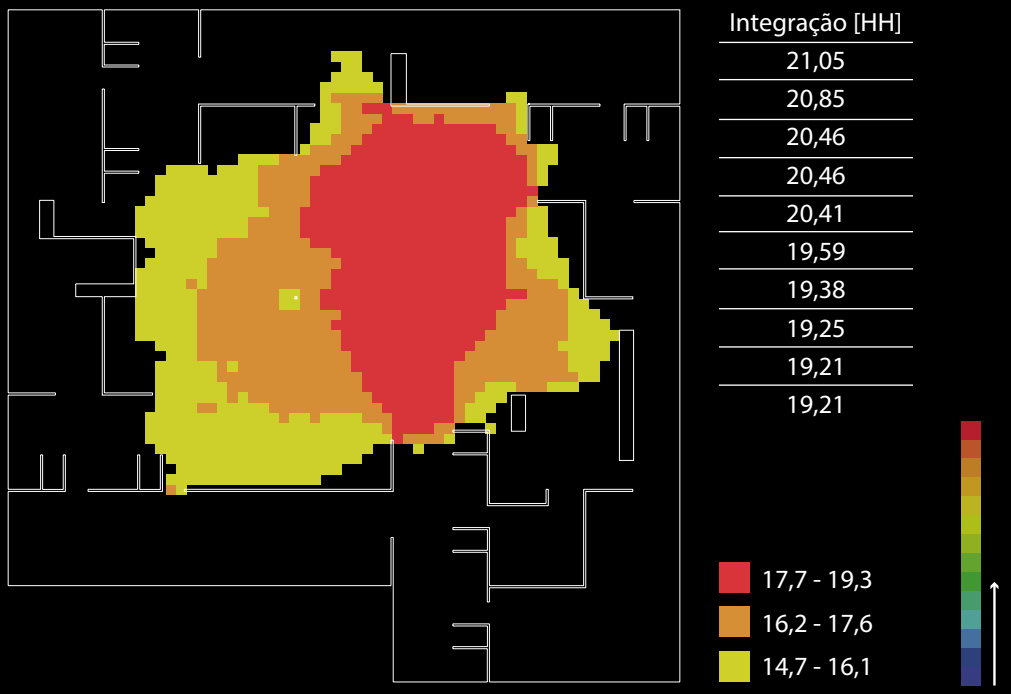
19,6 - 10,3
17,9 - 19,5
16,6 - 17,8

Integração [HH]
10,23
10,97
10,05
9,91
9,86
9,84
9,82
9,78
9,73
9,71

9,5 - 10,3
8,8 - 9,4
8,1 - 8,7

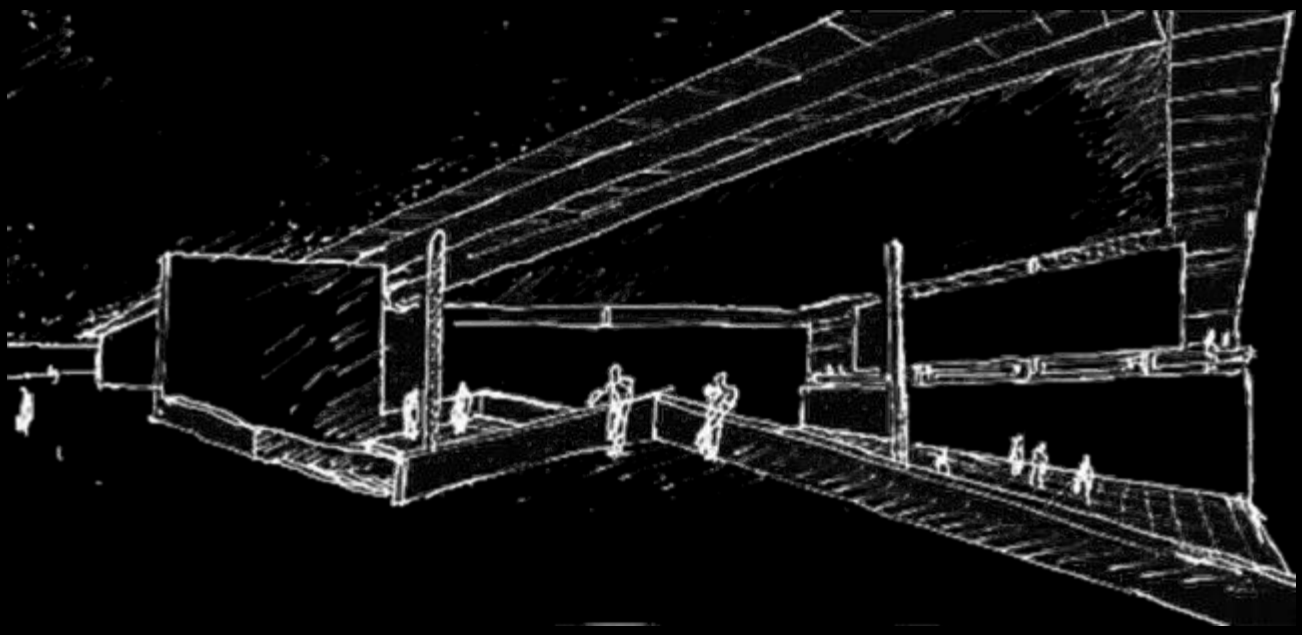
Fonte: o autor.

Figura 188: Mapa VGA parcial com nós mais integrados simulado sem barreiras ao redor do átrio.



Fonte: o autor.

Figura 189: Esboço de Le Corbusier para o Museu de Arte Contemporânea (Paris, 1931).



Fonte: (BOESIGER, 2001, p. 237.(recorte e edição nossos))

As isovistas nos espaços estruturadores do MCI, a não ser no átrio do piso térreo, tornam-se pontiagudas ao passo que se afastam do encontro entre alas da espiral/galerias. Em geral, revelam campos visuais estendidos – o que pode facilitar a consciência visual acerca de múltiplos espaços e de outros visitantes – que acontecem, sobretudo, nos eixos do cata-vento no piso superior, que são marcados por trechos com pequenos pés-direitos, abaixo dos mezaninos, e enfatizam ainda mais estes eixos (ver Figuras 190 e 191).

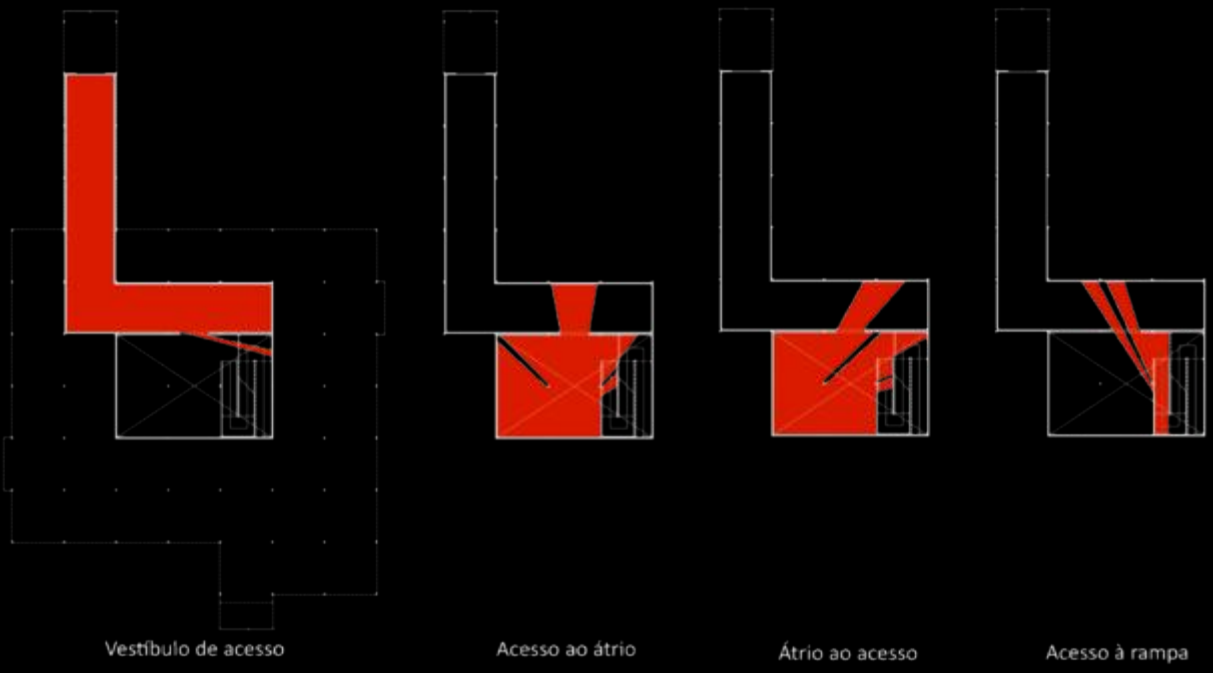
Conforme descreve o próprio arquiteto: "toda vez que um visitante, no curso de sua caminhada, encontra-se sob um teto baixo, vê, de um lado, uma saída para o jardim e, do lado oposto, o caminho para o salão central" (LE CORBUSIER, 1946, p. 16, tradução nossa). Da mesma forma, nesses momentos, em acordo com aquilo que diz Moulis (2003) sobre quebrar os possíveis efeitos labirínticos da espiral, Le Corbusier demonstra consciência dos efeitos que visava atingir: "A espiral quadrada que parte daí [do átrio] faz com que o fluxo de circulação seja descontinuado, extremamente favorável para atrair a atenção necessária dos visitantes. Os meios de se orientar no museu são fornecidos pelas salas à meia altura, que formam uma 'suástica'" (LE CORBUSIER, 1946, p.16, tradução nossa). Algumas dessas isovistas, como base no modelo tridimensional gerado, revelam a extensão das visadas a partir desses pontos de orientação cruciais (ver Figura 192).

Nos anéis mais externos, que poderiam crescer espiralarmente *ad infinitum*, as isovistas permanecem mais convexas em maior parte de sua extensão, criando espécies de pontas estendidas justamente nas passagens criadas entre estas, as quais são importantes peças na configuração pensada pelo arquiteto: "Interrupções ocasionais ao longo dessas paredes laterais podem: permitir a comunicação entre as diferentes salas, abrir para novas perspectivas" (LE CORBUSIER, 1946, p. 16, tradução nossa). Outro recurso usado é o posicionamento de septos de modo a bloquear parte da visada, desviando o olhar para um espaço adiante, o que acaba por gerar uma experiência visual com mais surpresas, que, mais uma vez, busca fugir da regra classicista francesa de que olhar e percurso deveriam estar alinhados aos mesmos eixos axiais (ver Figura 193).

Por sinal, sobre a questão da expansão das galerias, ao falar sobre uma obra posterior, o museu no centro cultural de Ahmedabad (1954), cujo partido também era o da planta em espiral quadrada estruturada em torno de um átrio central, Le Corbusier comenta: "É sabido que o museu não é de crescimento ilimitado, mas é feito para que possa passar de 50m x 50m de lado (2500m^2) a 84x84m (7.500m^2), por meio da aplicação de uma construção padrão: um pé-direito tipo, uma viga tipo, uma laje tipo" (BOESIGER, 2001, p. 243, tradução nossa).

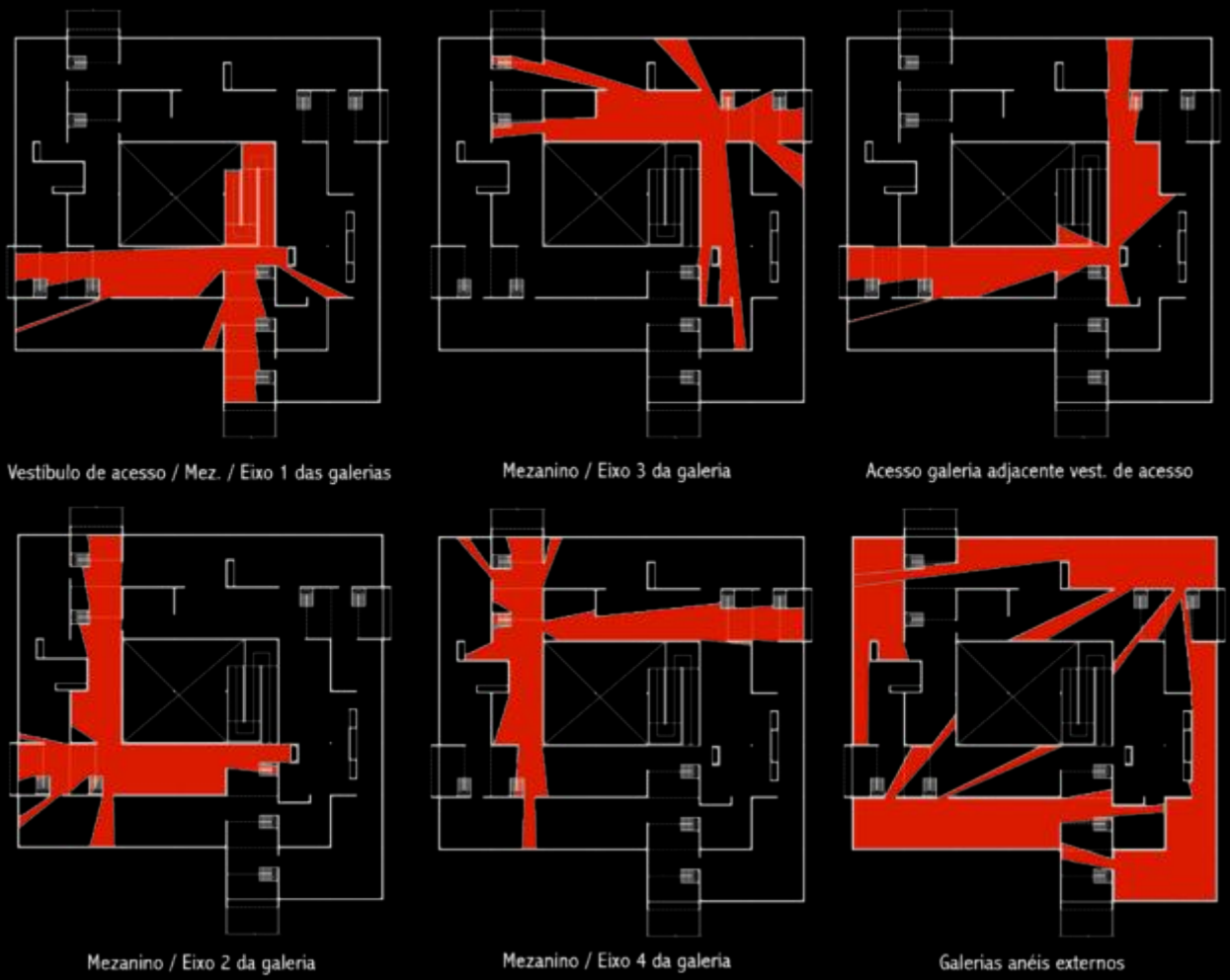
Considerando os mesmos parâmetros, regras e restrições do modelo de análise de agentes autômatos lançado por Turner e Penn (2002) utilizados para o MG, foram realizadas contagem de portões e percursos para o MCI. Uma vez que o projeto de Le Corbusier não foi construído, entendemos que a aproximação do movimento natural de pessoas que o modelo de agentes facilita é importante como complementação à modelagem tridimensional e demais análises feitas até então, ainda que não possamos comparar os dados aqui obtidos com aqueles do movimento real observado *in loco*, como no caso do MG.

Figura 190: Isovistas nos espaços estruturadores no térreo.



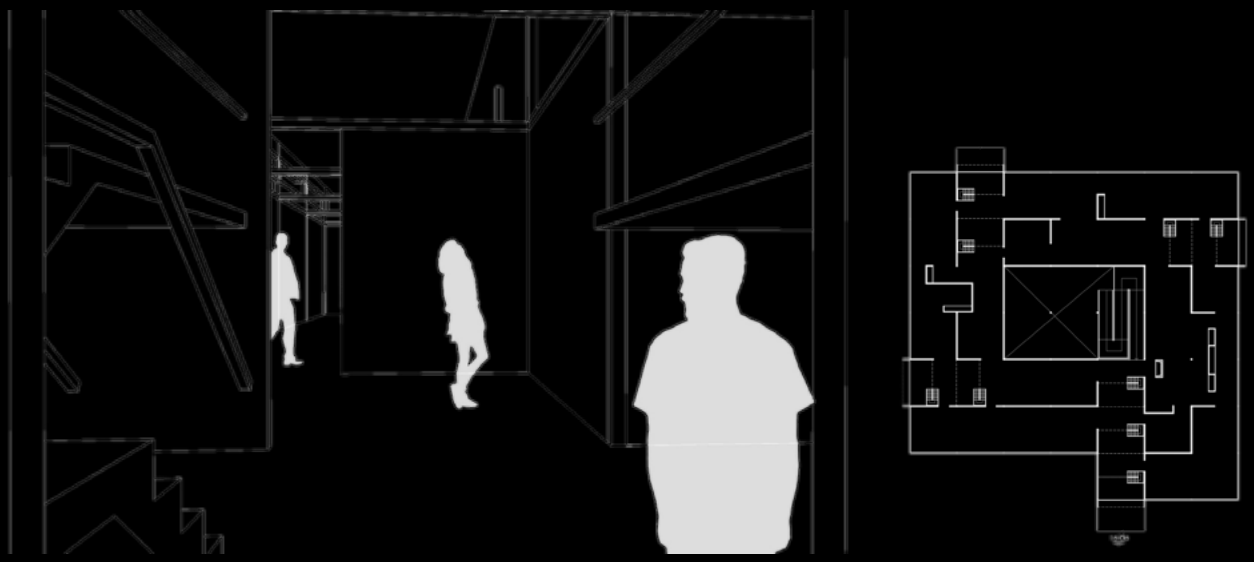
Fonte: o autor.

Figura 191: Isovistas nos espaços estruturadores no piso superior.



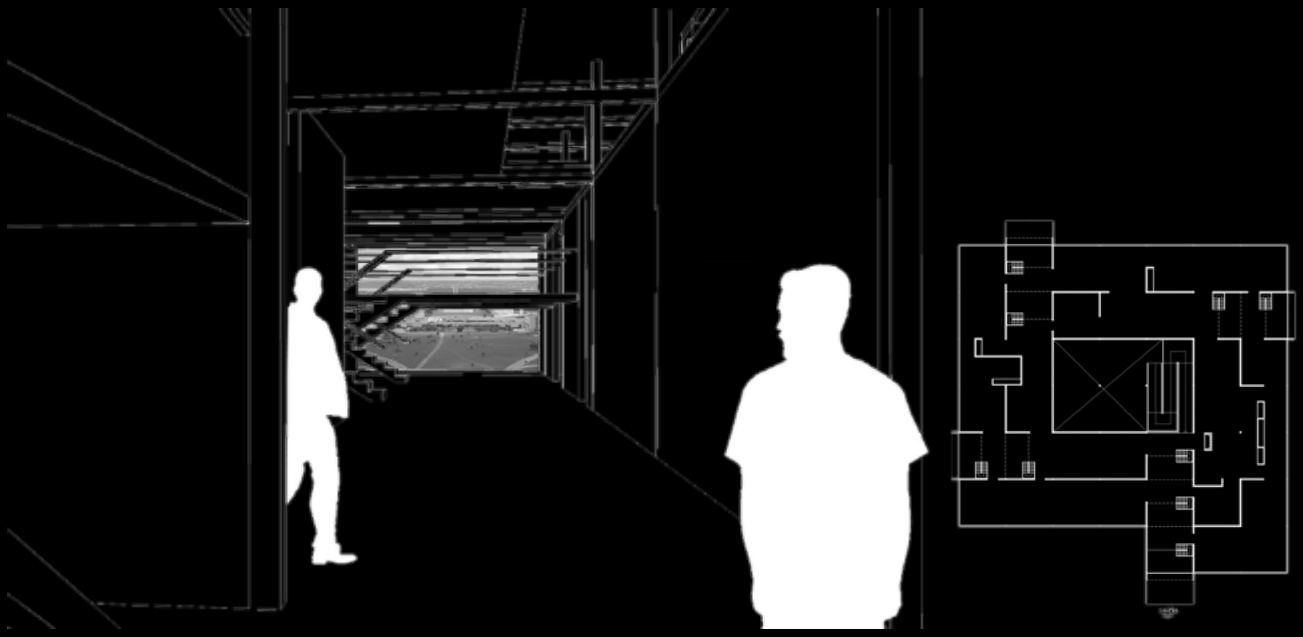
Fonte: o autor.

Figura 192: Vista do eixo 2 do cata-vento para o exterior.



Fonte: o autor.

Figura 193: Vista de uma galeria do anel externo, por entre mezaninos.



Fonte: o autor.

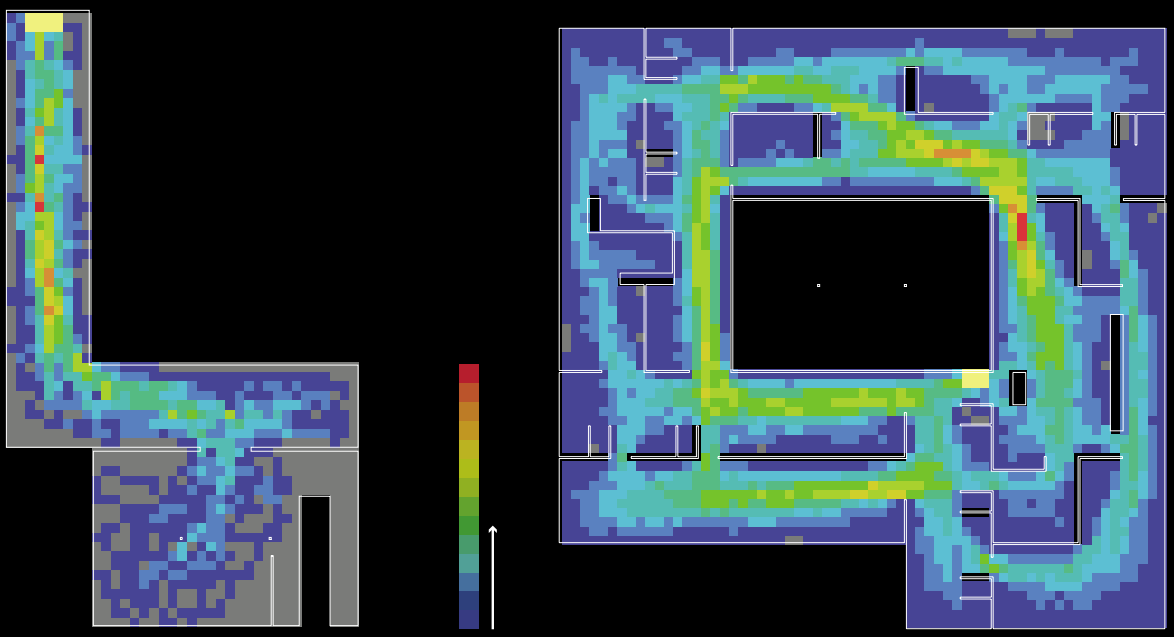
A partir do mesmo número de agentes autômatos usados na análise do MG (44), mesmo *grid* (75cm x 75cm) e *timesteps* (1700 no nível 2 e 248 no térreo), fluxos mais densos, de uma forma geral, correspondem à *promenade* concebida por Le Corbusier, ou seja, seguir pela sequência de espaços de acesso, no térreo, e circular espiralarmente no pavimento superior, com os espaços imediatamente adjacentes ao átrio sendo os mais trafegados (ver Figura 194 e 199).

Isolando os nós de maior fluxo e observando a contagem de autômatos nesses portões, percebe-se que os maiores índices são registrados no acesso ao piso superior, logo após a transposição da rampa. Nesses nós também se tem uma alta integração visual (HH). Essa condição reafirma dois aspectos importantes da lógica espacial pensada por Le Corbusier. Primeiro, sua posição em um dos eixos do cata-vento; além disso, por segundo, é o início do percurso na espiral, de onde o visitante, por encontrar-se em uma localização que disponibiliza mais informação visual, novamente tem seu olhar "vagando" por várias opções de percursos, ao mesmo tempo que pode avistar o exterior adiante no eixo em que chega, ou vislumbrar o átrio que acabou de visitar, agora de uma outra perspectiva. Para ilustrar essa condição, ao sobrepor as rotas dos autômatos aos portões mais densos, tem-se o registro de 218 percursos nesse local, seguidos de 176 em trecho adjacente (ver Figuras 196 a 198 e 201).

Os percursos representados nos mapas dos dois níveis, diferente do que vimos nas GPs seminais (em linha reta, radial e na maioria das híbridas), como um todo, espalham-se mais equilibradamente por todas as galerias, mesmo que o anel ao redor do átrio mostre maior densidade. Como, à medida que os visitantes se afastavam do centro da planta, a densidade de percursos parecia diminuir, fizemos um teste hipotético adicionando dois anéis à espiral. O leiaute implementado procurou seguir a lógica de aberturas desencontradas de Le Corbusier, assim como as dimensões gerais e o prolongamento dos quatro eixos do cata-vento, mas é aleatório ao passo que não se tem registro de como seria uma versão expandida do leiaute original segundo o arquiteto.

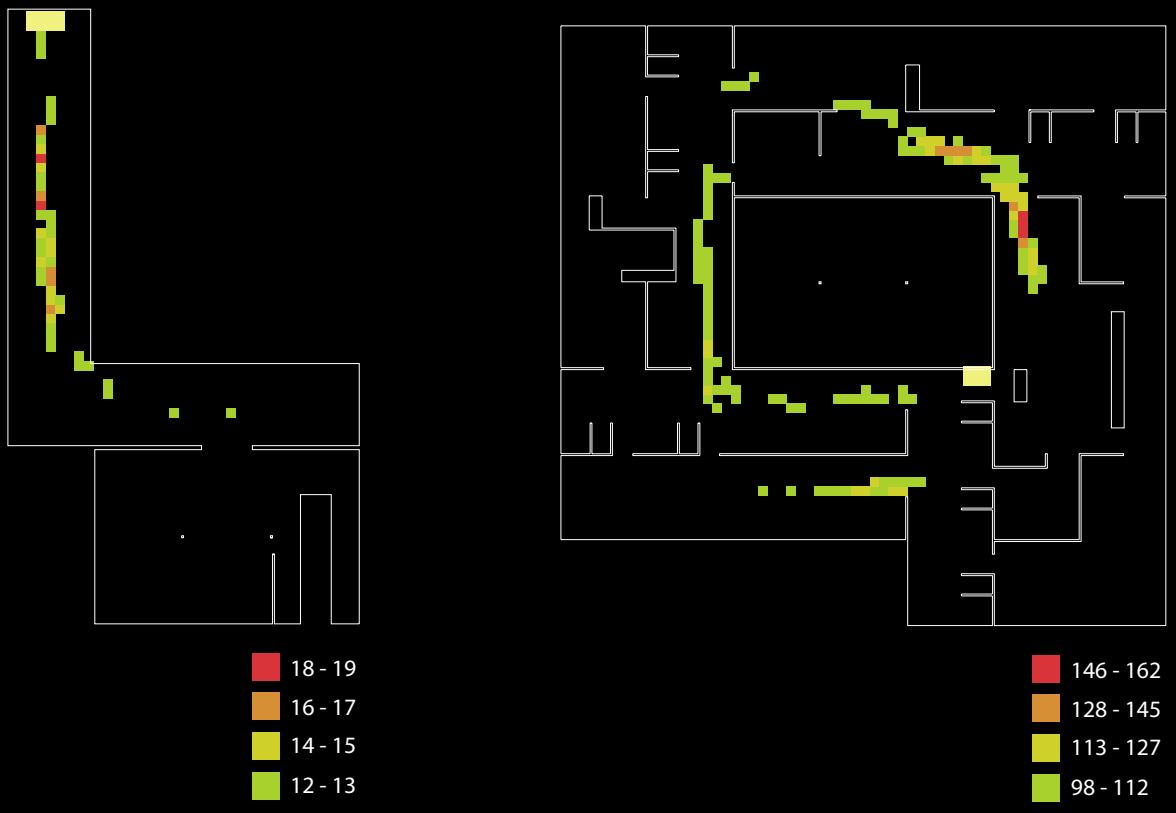
O exercício, ainda que incipiente, confirmou que percursos tornam-se mais espraiados quando os anéis estão mais afastados do átrio, lembrando um pouco alguns dos casos de GPs híbridas, nos quais, mesmo com o acréscimo de salas conectadas a um eixo principal linear e progressivo, este último ainda continua predominante, como observamos sobretudo na Altes Pinakothek (ver Figuras 200). Na seção seguinte, revisitaremos os dois casos aqui estudados, comparando-os entre si e os relacionando justamente a essas galerias matrizes.

Figura 194: Mapas de contagem de portões com fluxo de autômatos.



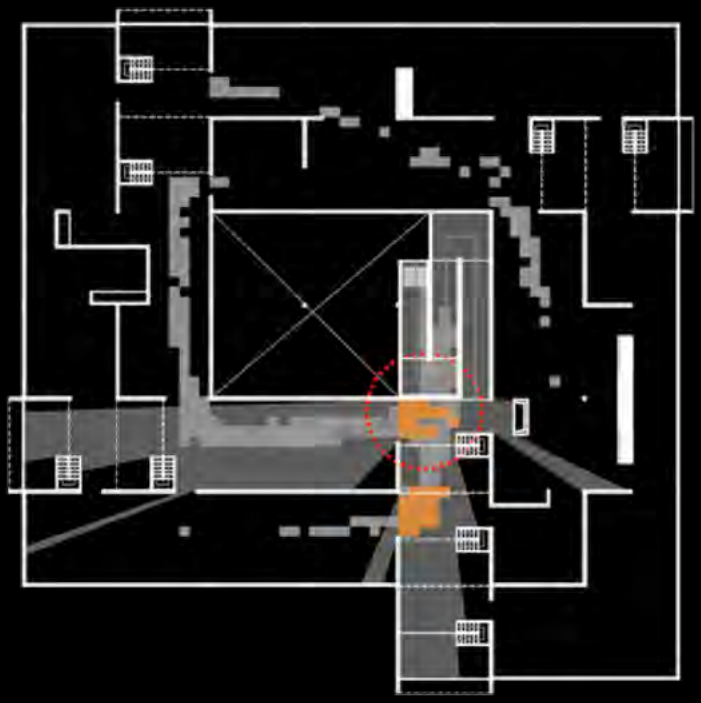
Fonte: o autor.

Figura 195: Mapas parciais de contagem de portões, indicando nós de maior fluxo.



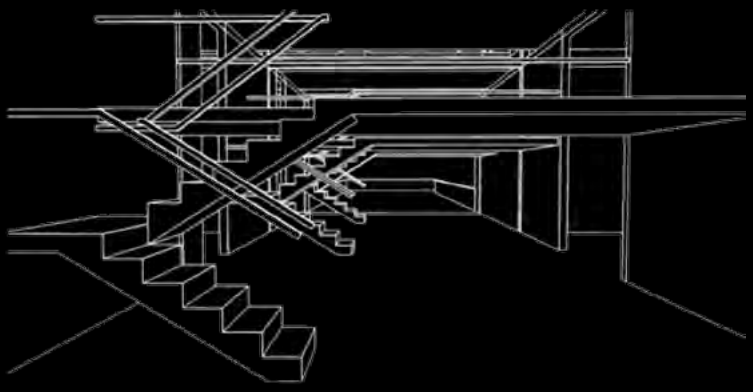
Fonte: o autor.

Figura 196: Nódulos com maior integração visual (circulado) sobrepostos aos portões mais densos.



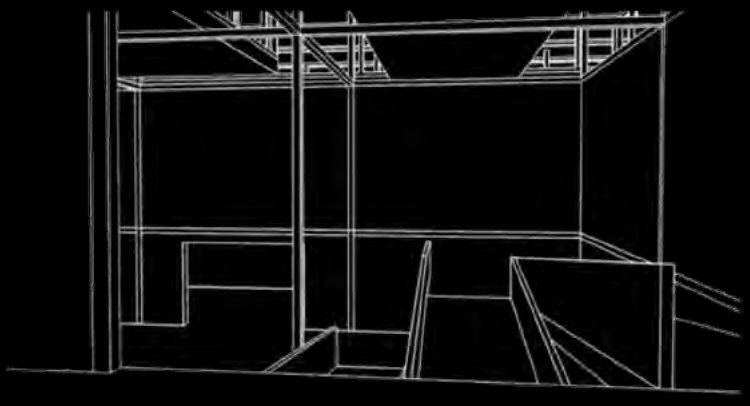
Fonte: o autor.

Figura 197: Vista para o exterior a partir dos nódulos com portões mais transitados por autômatos.



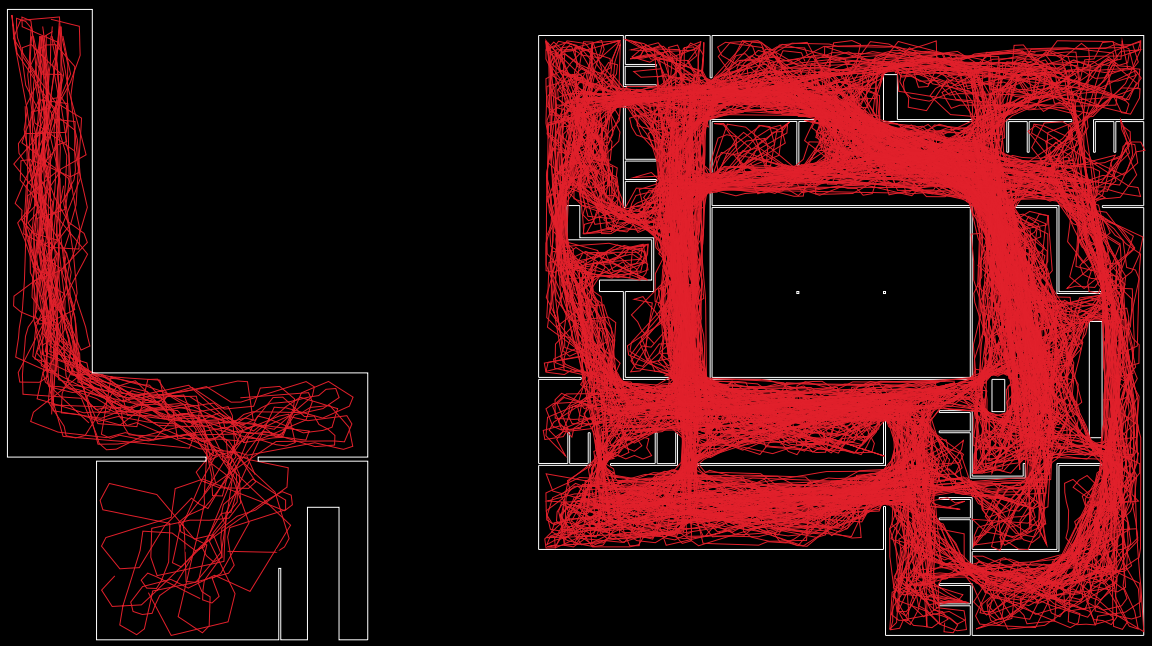
Fonte: o autor.

Figura 198: Vista para o átrio a partir dos nódulos com portões mais transitados por autômatos.



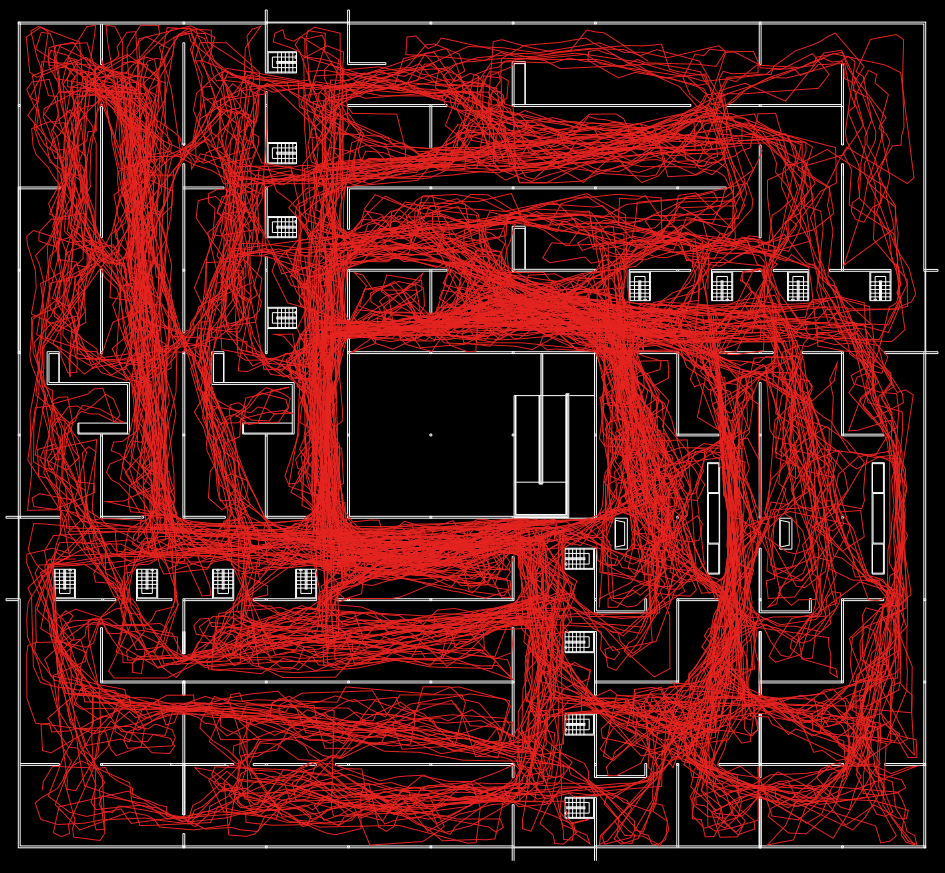
Fonte: o autor.

Figura 199: Mapas de percursos de 44 agentes autômatos no pisos térreo (esq.) superior (dir.).



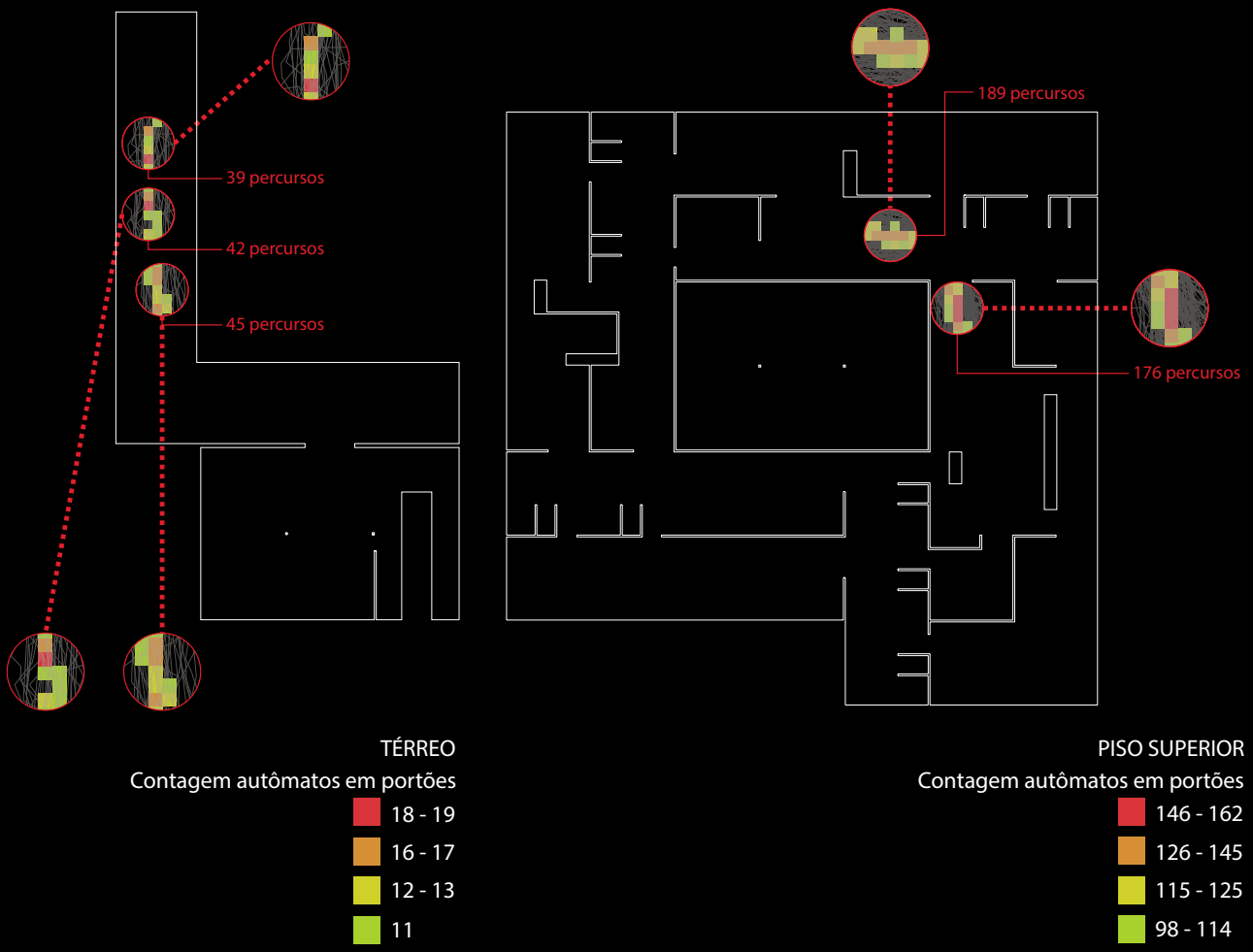
Fonte: o autor.

Figura 200: Percursos de 44 agentes autômatos em leiaute ampliado hipoteticamente, com 4 anéis de galerias.



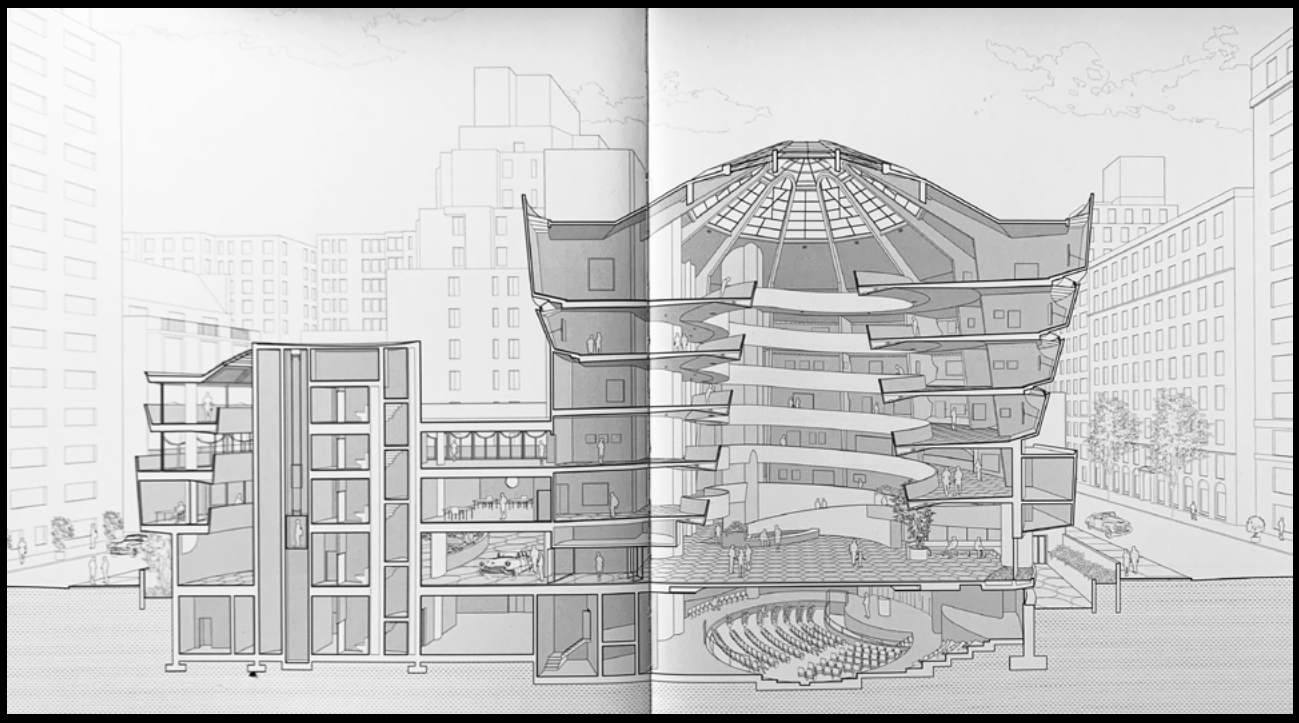
Fonte: o autor.

Figura 201: Percursos de 44 agentes autômatos sobrepostos aos portões de maior fluxo no pisos térreo (esq.) superior (dir.).



Fonte: o autor.

Figura 202: Reconstrução corte longitudinal, MG, 1959.



Fonte: (LEWIS, TSURUMAKI, e LEWIS, 2016, p. 122-123. (recorte e edição nossos))

Figura 203: Diagrama de como o conhecimento é adquirido ao longo de um percurso no MCI.



Disponível em: <http://www.beta-architecture.com/chandigarh-unbuilt-completing-the-capitol-am2-architects/>

4.4 MG e MCI: itinerários topográficos sequenciais

"*Que objeto bonito e dinâmico é um caminho!*"
(BACHELARD, 1962: 1994, p. 47, tradução nossa)

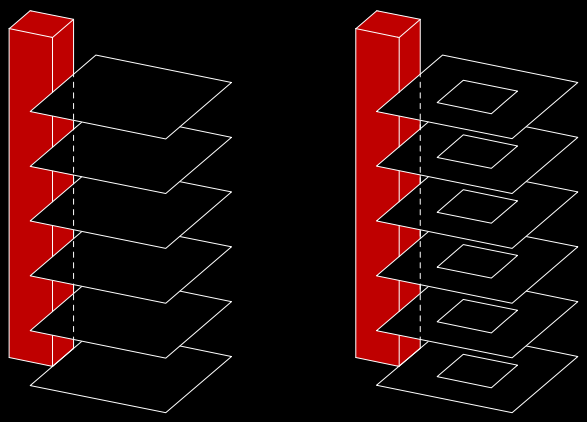
Antes de chegar à comparação entre dados relativos à morfologia e os relacionar à matriz espacial da galeria progressiva estabelecida no capítulo inicial (tendência à uniaxialidade e à uniconvexidade, alta inteligibilidade de campos visuais predominantes e maior ocupação e movimento ao longo de eixos orientados pela geometria), discutiremos alguns aspectos cruciais no entendimento da espacialidade no MG e no MCI.

Tomando emprestada a expressão cunhada por Frampton (2001, p.79) ao referir-se à Villa Savoye (Le Corbusier, 1929), os dois projetos aqui analisados, argumentamos, permitem itinerários topográficos. Em ambos os casos, os planos de piso desdobram-se para cima, formando rampas que se mesclam a paredes – no MG e no MCI as rampas são contíguas a estas –, ainda que menos incisivamente do que em Poissy, onde, apesar da circulação derivar da espiral, a opção de movimento concebido não é nem centrípeto nem centrífugo, enquanto no MG, este seria centrípeto e, no MCI, centrífugo (FRAMPTON, 2001; EISENMAN, 1963; 2006) (ver Figuras 202 e 203).

Cohen (2014) argumenta sobre o ato de ascender em arquitetura como algo que sempre "envolve sequencialidade, seja no processo manifesto de construção, na estrutura da fundação aos andares mais altos, na diferença de vistas e luz entre pavimentos baixos e altos ou na distinção entre piso de entrada e pisos superiores dos demais. Por outro lado, o programa e a experiência espacial são não sequenciais e não hierárquicos" (COHEN, 2014, p. 155, tradução nossa), completando que, enquanto na Beaux-Arts os ambientes eram normalmente dispostos horizontalmente (com aqueles de maior importância seguidos, em sequência, pelos menos importantes), os projetos de edifícios modernos podiam ser desenvolvidos sequencialmente ou não, uma vez que nenhuma das formas era uma obrigação tipológica ou cânone.

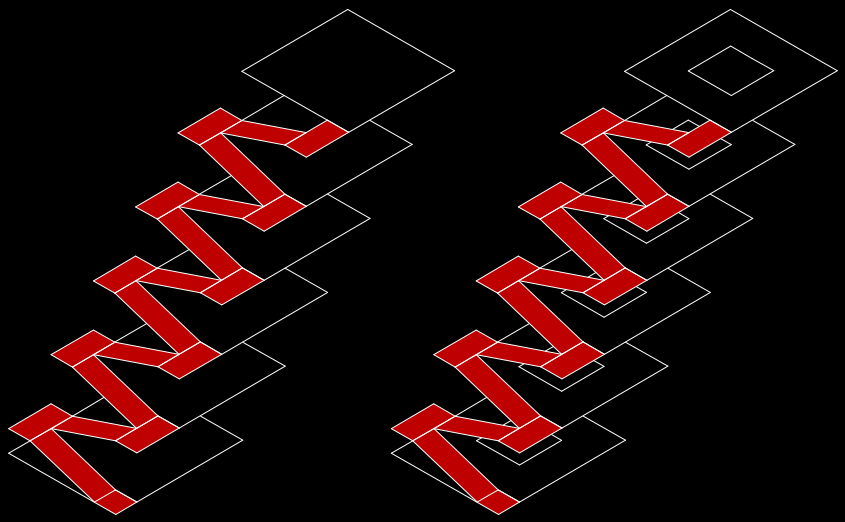
Nesse contexto, Le Corbusier e Wright teriam entendido o que Cohen (2014) chama de progressão empilhada ou empilhamento espacial sucessivo como algo diferente do que ocorre em edifícios verticais gerados por uma forma monolítica, extrudada de uma dada planta. Os dois arquitetos trabalharam com a figura do vazio do átrio, que toma forma pelo recorte nas lâminas, revelando o efeito da sucessividade, que, por sua vez, é acentuado pelas bordas de peitoris ou limites circundantes, além de circulações verticais ali posicionadas. O MG e o MCI não surgem apenas como extrusões verticais, mas arranjos espaciais de lâminas empilhadas sucessivamente, ainda que mais radical no MG, pois não prevê distinção entre circulação vertical e pisos propriamente ditos (ver Figuras 204 a 206). Essa sucessão reforça o caráter de progressividade mais integral, para além da regra básica exposta por Sutton (2000) – de que os visitantes deveriam seguir artefatos progressivamente –, valorizando os aspectos-chave em museus que intentam conjugar transmissão de conhecimento à sociabilidade de visitantes, os quais investigamos aqui: facilidade de navegação, ampliação das possibilidades de encontros interpessoais e copresença, e uma experiência de visitação não entediante.

Figura 204: Exemplos de extrusões verticais, com e sem aberturas nas lajes e circulação vertical (em vermelho).



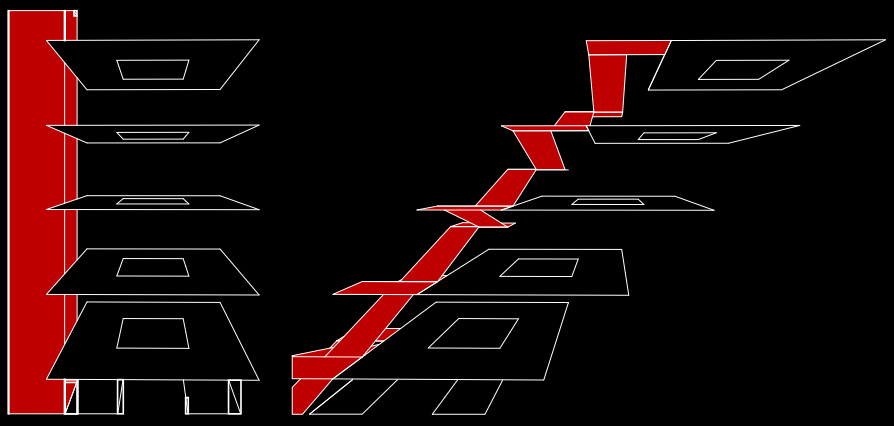
Fonte: o autor.

Figura 205: Exemplos de empilhamentos verticais sucessivos, com e sem aberturas nas lajes e circulação vertical (em vermelho).



Fonte: o autor.

Figura 206: Exemplos de extrusão vertical e empilhamento vertical sucessivo, com aberturas nas lajes e circulação vertical.



Fonte: o autor.

No MG, o empilhamento espacial sucessivo é dado pela rampa em espiral, que evolui verticalmente em torno de um átrio central servindo tanto como circulação e espaço expositivo, em antítese aos paradigmáticos espaços modernistas abertos do MoMA ou do Museu para uma Pequena Cidade, de Mies van der Rohe. No MCI, o empilhamento também é sucessivo, mesmo que disponha de apenas dois pisos.

É importante frisar quanto a esse aspecto da verticalidade, que, ao descrever o MCI, Le Corbusier demonstra preocupações com a economia do projeto: "A padronização não apenas introduz a economia aqui, mas também uma variedade de combinações necessárias para a organização adequada de um museu" (BOESIGER, 2001, p. 234, tradução nossa). Essa mesma questão aparece em um projeto, também em espiral, imediatamente subsequente ao MCI, o Museu de Arte Contemporânea, em Paris (1931): "O museu pode ser começado sem dinheiro; para dizer a verdade, com 100.000 francos se faz a primeira sala. Pode continuar-se com uma, duas, três ou quatro salas novas, no mês seguinte, ou dois ou três anos depois" (BOESIGER, 2001, p. 236, tradução nossa). É muito provável, então, que o uso de uma estrutura vertical, ainda mais na época, seria uma solução mais dispendiosa, portanto, descartada.

No caso do MG, o alto valor do solo urbano em Manhattan concorreu para essa condição, como sugere Frank Lloyd Wright em carta a Solomon R. Guggenheim, em 31 de dezembro de 1943: "Parece provável agora que nosso desejo por um edifício horizontal é incompatível com os valores imobiliários naquela parte de Nova Iorque onde você gostaria que o edifício fosse construído, pois valores ali são predicados pelas possibilidades do edifício em altura" (PFEIFFER, 1986, p. 25, tradução nossa).

O arranjo do cata-vento no MCI alinha-se a outras características dominantes na obra de Le Corbusier, como o traçado regulador e a *promenade* arquitetônica, esta, muitas vezes assumindo a forma de uma circulação rampada, conduzindo o visitante do térreo ao piso superior em uma espécie de varredura fluída, que pode ser entendida como resultado de lâminas empilhadas gerando uma sucessão de percursos. Esse tipo de arranjo também reflete a preocupação do arquiteto com dois tipos de propriedades: a centralidade clássica (o átrio central localizado na interseção dos eixos geométricos, o da espiral e o do cata-vento) e a presença de quatro percursos deslocados em relação ao centro, dividindo os clássicos eixos de simetria e movimento (PSARRA, 2018).

No MG, mesmo que a linearidade e o caráter cerimonial de sua configuração se relacionem a leiautes de museu do século XIX – como no Altes Museum, cuja rotunda acolhe o visitante na chegada –, sua forma única e a dinâmica do movimento de visitantes que propõe oferecem uma experiência espacial diferente de qualquer outro museu, gerando um contexto peculiar, no qual as pessoas se movem e observam obras de arte no plano inclinado contínuo da rampa e, simultaneamente, interagem umas com as outras para muito além dos baixos peitoris que encerram o átrio de pé-direito altíssimo.

Segundo Zevi (1985 ; 2010), o MG recusa o mecanismo inerte de ambientes justapostos (salas de período), fechados em si mesmo, sem continuidade, propondo um passeio pela arte similar ao de automóveis numa garagem envoltos na espiral aberta. Salas conectadas entre si permitem movimento de espaço a espaço, sem corredores, lembrando alguns dos precedentes estudados – o eixo central da Alte Pinakothek ou a Glyptothek –, contudo, no MG, as galerias são longas e estreitas, e nos museus clássicos, largas e relativamente de menor dimensão (ver Figuras 207 e 208).

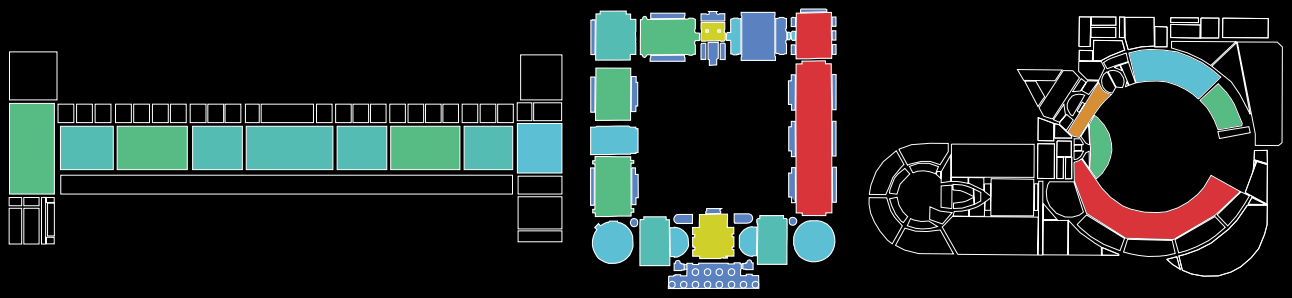
Assim como Wright experimentara com a espiral no Automobile Objective and Planetarium (1924-25), Le Corbusier trabalhou esquemas em espiral desde 1920, culminando na concepção do MCI, parcialmente materializado anos depois no Museu Nacional de Arte Ocidental (MNAO), em Tóquio, que inaugurou poucos meses antes do MG, trazendo semelhanças com o museu nova-iorquino: um átrio central de alto pé-direito com sacadas para exposições, que oferecem vista para os principais espaços de exposição no térreo, além da rampa que permite uma visão distinta de ambos e a claraboia que coroa as galerias de escultura.

O MCI e, mais ainda, o MG demonstram uma intenção de quebrar a rigidez espacial de outros exemplares modernistas ao imprimir uma relação de continuidade espacial, eliminando paredes e planos formais, afetando como pessoas movimentam-se e interagem no espaço e com obras de arte. Enquanto essa rigidez pode ser associada à simples extrusão vertical (como no MoMA e no Whitney Museum, por exemplo), a continuidade espacial, presente em ambos casos estudados, aproxima-se mais do empilhamento vertical sequencial.

Há mais componentes convexos de galeria (52 espaços) no MCI do que no leiaute inaugural do MG (25), que, nos anos de 1990, ganha bem mais espaços expositivos (51 espaços). Diferente das galerias de Wright, sobretudo no piso superior do MCI, esses espaços variam em tamanho e forma, facilitando experiências de visitação mais diversas. A configuração geral do MCI assemelha-se mais à do piso térreo do Altes Museum (AM) no sentido da maior oferta de rotas do que as demais galerias históricas, pois, além da rotunda, seus espaços expositivos, margeando o átrio ou por entre as alas maiores, permitem percursos transversais, condição inexistente no projeto de Wright. O AM, assim como o MCI, também tem altos valores de integração (HH) e inteligibilidade (ver Figuras 209 e 210).

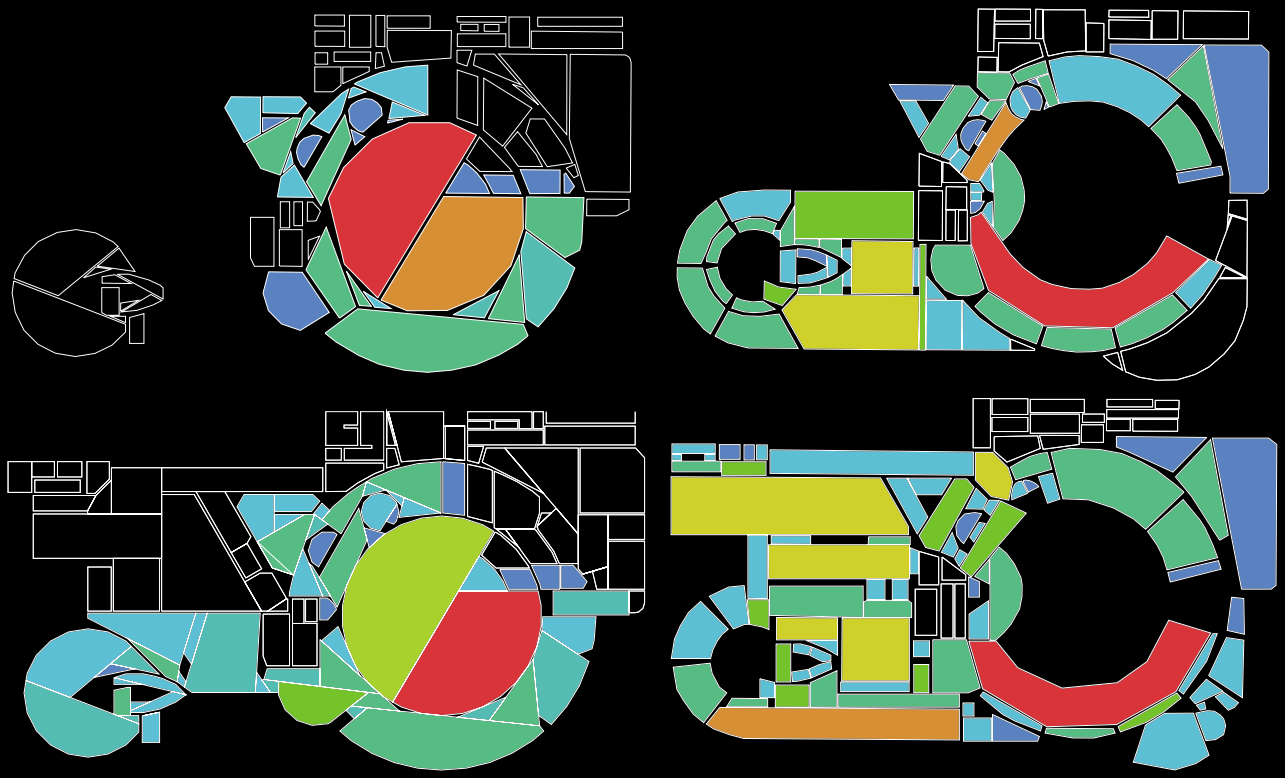
O nível 2 do MG nos dos períodos, incluindo todos os espaços ou só as galerias, possui maior grau médio de conectividade do que no MCI, o que indica que espaços no MG possuem um maior número de vizinhos diretamente conectados a estes. No entanto, quando observamos a integração (HH) nos pisos principais de galerias, refletindo sobre sua estrutura global, o MCI apresenta maior valor (0,99 contra o máximo de 0,68 no MG). Altos índices de HH em espaços são indicativos de uma maior quantidade de pessoas, especialmente nos núcleos de integração. No térreo do MG esse núcleo está no átrio e, no piso superior, em 1959, desloca-se das galerias em espiral para os novos espaços expositivos no anexo e na antiga biblioteca. Já no MCI, é evidente a força do anel de integração ao redor do átrio no piso superior (ver Figuras 211 e 212 e Tabelas 10 e 11).

Figura 207: Mapas convexos com espaços principais de galeria na Alte Pinakothek (esq.), Glyptothek (centro) e MG (dir.).



Fonte: o autor.

Figura 208: Mapas convexos por conectividade térreo (acima) e nível 2 (abaixo) MG, leiautes 1959 (esq.) e 1992 (dir.).



Fonte: o autor.

Figura 209: : Mapas convexos por conectividade MCI térreo (esq.) e piso superior (dir.).

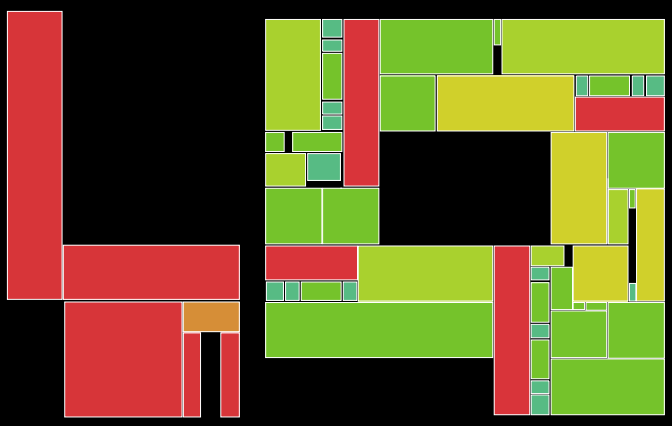
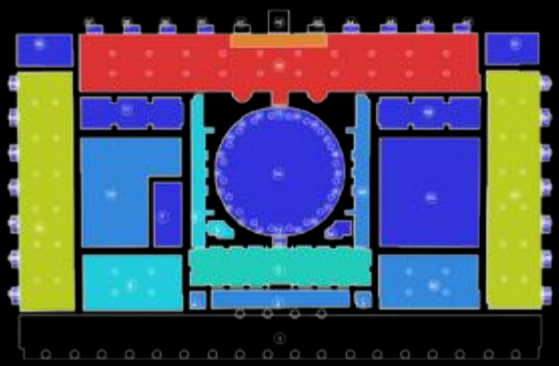
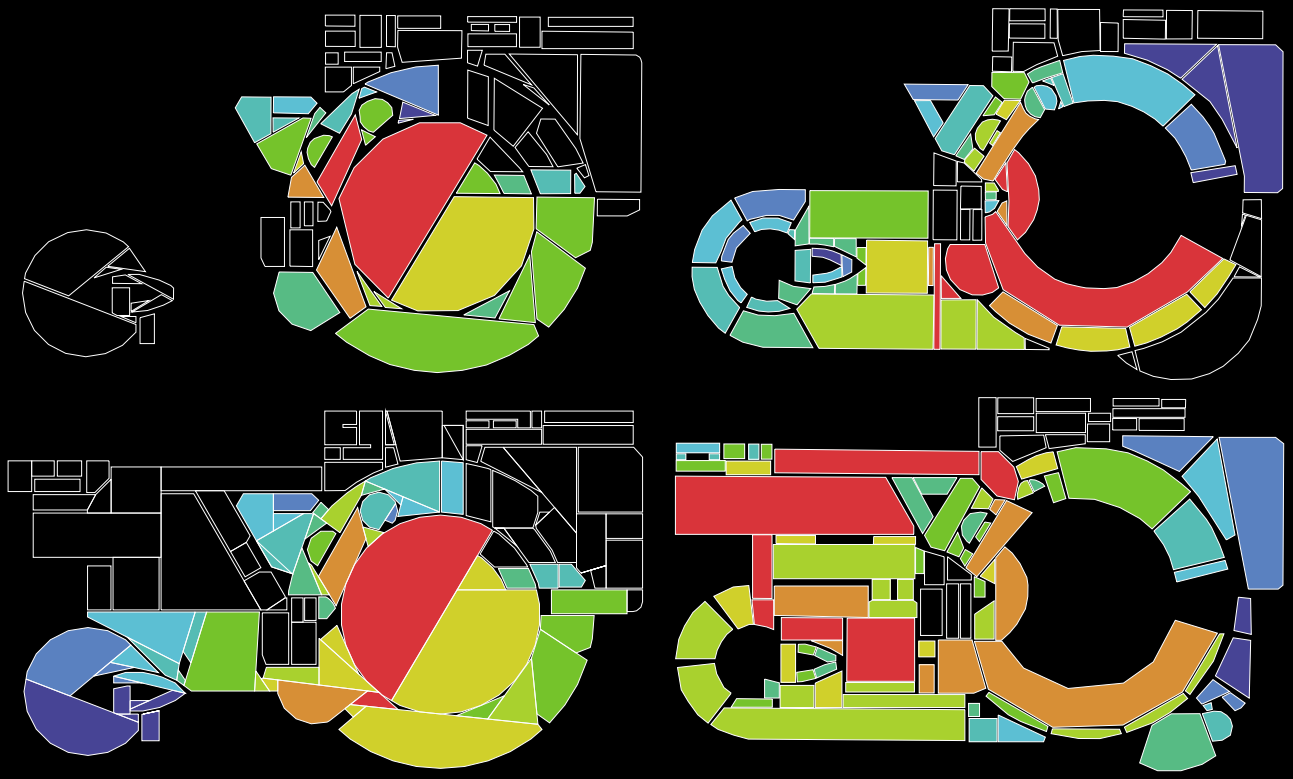


Figura 210: Mapa convexo por conectividade Altes Museum.



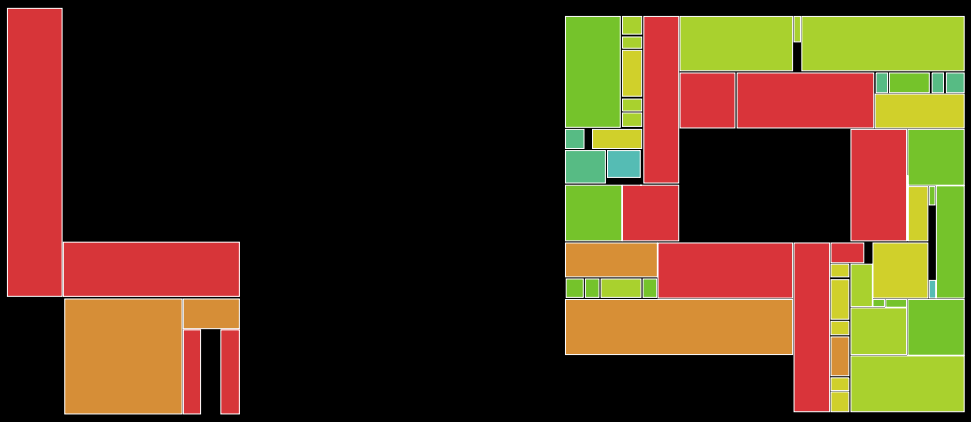
Fonte: o autor.

Figura 211: Mapas convexos por integração (HH)nos leiautes do MG 1959 (esq.) e 1992 (dir.), térreo (acima) e nível 2 (abaixo).



Fonte: o autor.

Figura 212: Mapas convexos por integração (HH), MCI térreo (esq.) e piso superior (dir.).



Fonte: o autor.

Tabela 10 - Análise convexa MG (todos os espaços) e MCI

	Nível	Número de espaços convexos	Conectividade	Integração (HH)	R2 / Inteligibilidade
MG 1959	Térreo	31	2,6	0,72	0,56
	Nível 2	64	2,5	0,49	0,46
MG 1992	Térreo	56	2,7	0,61	0,47
	Nível 2	81	2,6	0,68	0,57
Museu de Crescimento Ilimitado	Térreo	6	1,7	0,73	0,88
	Nível 2	52	2,4	0,99	0,6

Fonte: o autor.

Tabela 11 - Análise convexa MG (apenas galerias) e MCI

	Nível	Número de espaços convexos	Conectividade	Integração (HH)	R2 / Inteligibilidade
MG 1959	Térreo (só galerias)	2	1	1	0
	Nível 2 (só galerias)	25	2,3	0,55	0,22
MG 1992	Térreo (só galerias)	2	1	1	0
	Nível 2 (só galerias)	51	2,7	0,68	0,51
Museu de Crescimento Ilimitado	Térreo	6	1,7	0,73	0,88
	Nível 2	52	2,4	0,99	0,6

Fonte: o autor.

No MCI e no MG, os espaços com maior conectividade estão localizados dentro e ao redor do átrio/rotunda. A maioria dos espaços conectados no MCI são duas das galerias com mezaninos localizados nos eixos do cata-vento (espaços 11 e 26), enquanto, no MG, ocorrem no átrio do térreo e na rampa no piso principal.

Quando observamos a inteligibilidade (R2) dos sistemas, os maiores valores, dentre todos os leiautes, encontram-se no MCI (0,88 no térreo e 0,6 no piso superior), enquanto no MG o leiaute mais inteligível seria o nível 2 no período pós-reforma (0,57). Portanto, comparando os dois projetos quanto a esse critério, visitantes teriam mais facilidade de navegação e possibilidades de encontros no MCI, que, como veremos a seguir, apresenta uma estrutura espacial com anéis interconectados, semelhante às duas galerias históricas mais inteligíveis, a Alte Pinakothek (AP) e o AM.

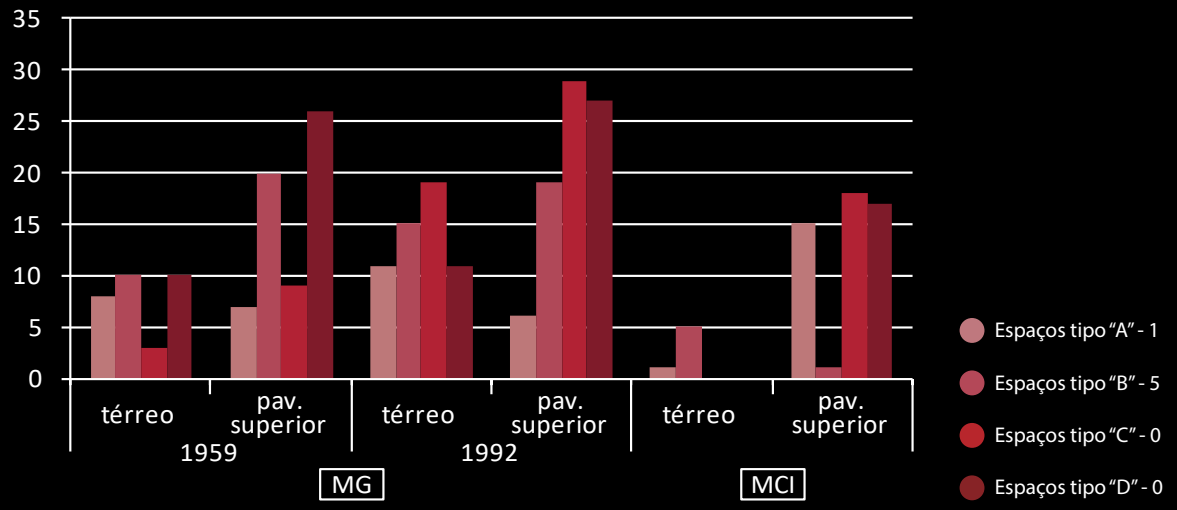
No leiaute inaugural do MG, dentre os 95 espaços no total, 16% eram do tipo "A", 31,5% do tipo "B", 12,5% do tipo "C" e os restantes 40% do tipo "D". Esses quantitativos mudaram um pouco da década de 1990 graças ao aumento geral no número total de espaços convexos (137 no total), o que provocou pequena queda nos espaços do tipo "A" (agora com 12,5%), um maior decréscimo naqueles do tipo "B" (25% no total) e uma grande diminuição no número de espaços do tipo "D" (27,5%), porém, ocorreu um acréscimo significativo naqueles do tipo "C" (35%). No MCI, os espaços tipo "C" e "D" tiveram os maiores percentuais quantitativos (31,5% e 30%, respectivamente), seguidos daqueles do tipo "A" (28%), com apenas 10,5% do tipo "B".

Se analisarmos por pavimentos, nos pisos superiores do MCI, tem-se os tipos "C" e "D" como os mais recorrentes (35% e 34%, respectivamente), ao passo que, no térreo, só há espaços do tipo "A" (16,5%) e "B" (83,5%). Já no MG, a variedade de tipos muda bastante do leiaute inaugural à reforma, com o número de espaços "C" mais que duplicando no piso superior (de 15% para 36%), ao passo que a quantidade de espaços tipo "D" diminui (de 42% a 33%), assim como acontece com os espaços "B" (de 32% a 23,5%) (ver Gráfico 26 e Tabela 12).

A ocorrência de espaços do tipo "D", globalmente, potencializa a redução da profundidade espacial, contribuindo para um sistema integrado, o que ocorre no piso superior do MCI, bem diferente do seu térreo, onde predominam espaços "B", que oferecem praticamente uma única opção de trajeto, concorrendo para um sistema mais segregado. Já com o relevante aumento dos espaços "C" no nível 2 do MG, após a reforma, a integração (HH) aumentou, o que não aconteceu no piso térreo, que sofreu redução no número de espaços "D" e teve a HH reduzida.

Em ambos os projetos, os átrios do térreo estão em posições relativamente rasas dos sistemas (profundidade 3,0 no MG e 4,0 no MCI), mas o visitante caminha uma distância maior para alcançar o átrio do MCI do que no MG, onde o faz logo após passar pelo vestíbulo de acesso de baixo pé-direito. O átrio no MCI não é vislumbrado em um primeiro olhar, pois o visitante tem de passar por dois corredores longos e sem aberturas até chegar ao espaço central. Já no MG, à medida que se acessa o edifício, já é possível ver o vazio central, ainda que não se consiga vislumbrar totalmente seu altíssimo pé-direito. Nesse sentido, a rotunda do MG se assemelha à função acolhedora daquela no AM, que, inclusive, também está numa posição relativamente rasa do sistema.

Gráfico 26 - Tipos de espaço no MG e MCI



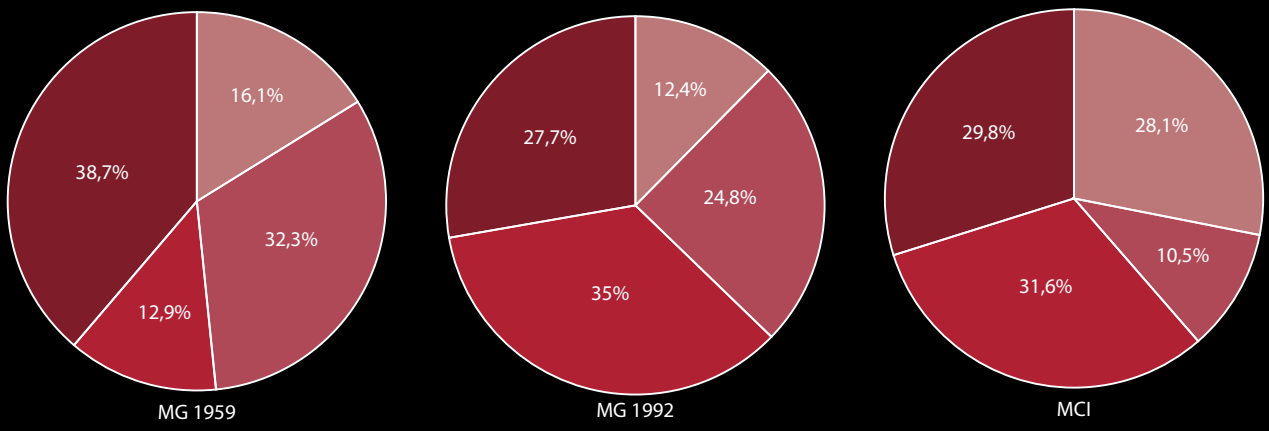
Fonte: o autor.

Tabela 12 - Quantitativos gerais de tipos de espaços no MG e MCI.

	A			B			C			D		
	Ambos pavtos.	Piso Térr.	Piso Sup.	Ambos pavtos	Piso Térr.	Piso Sup.	Ambos pavtos	Piso Térr.	Piso Sup.	Ambos pavtos.	Piso Térr.	Piso Sup.
MG 1959	16,1%	25,8%	11,3%	32,3%	32,3%	32,3%	12,9%	9,7%	14,5%	38,7%	32,3%	41,9%
MG 1992	12,4%	19,6%	7,4%	24,8%	26,8%	23,5%	35,0%	33,9%	35,8%	27,7%	19,6%	33,3%
MCI	28,1%	16,7%	29,4%	10,5%	83,3%	2,0%	31,6%	0%	35,3%	29,8%	0%	33,3%

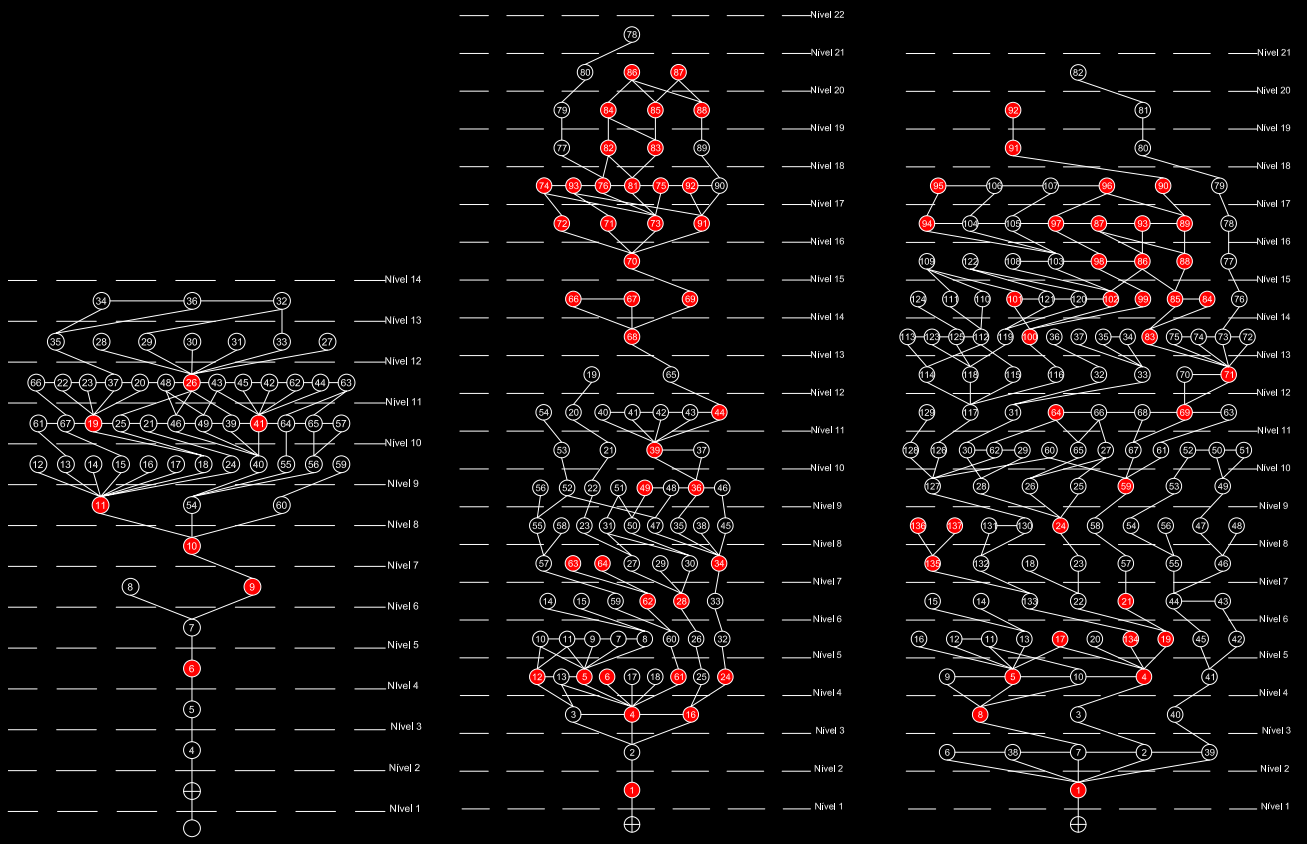
Fonte: o autor.

Gráfico 27 - Percentuais de espaços tipo A, B, C e D no MG 1959 (esq.), 1992 (centro) e MCI (dir.).



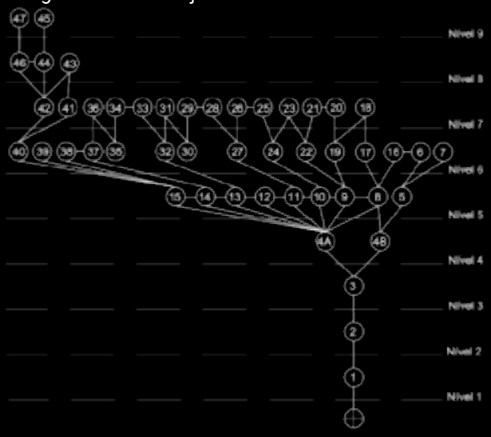
Fonte: o autor.

Figura 213: Grafos justificados MCI (esq.) e MG, 1959 (centro) e 1992 (dir.).



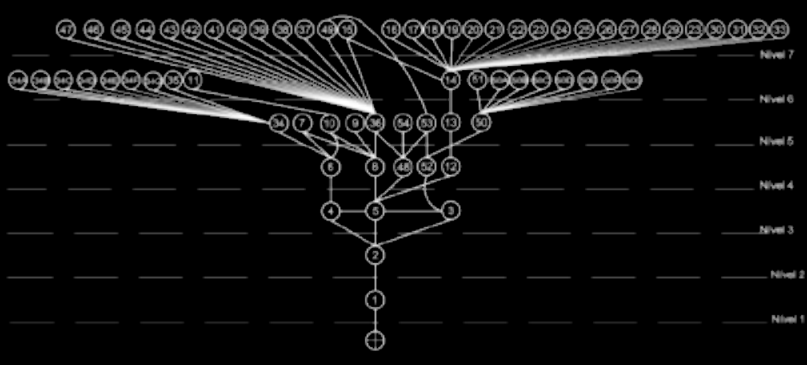
Fonte: o autor.

Figura 214: Grafo justificado Altes Pinakothek.



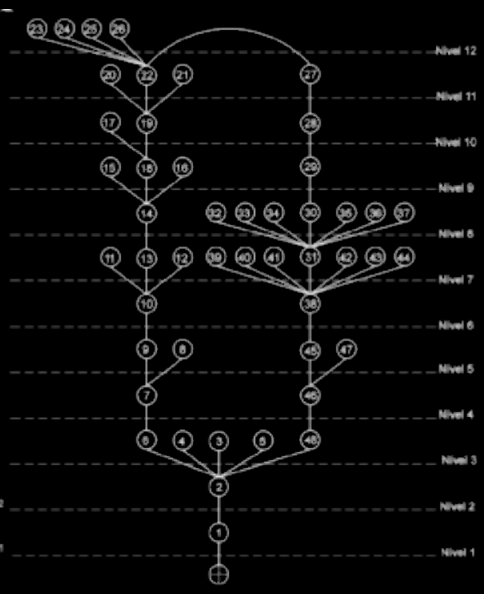
Fonte: o autor.

Figura 215: Grafo justificado Altes Museum.



Fonte: o autor.

Figura 216: Grafo justificado Glyptothek.



Fonte: o autor.

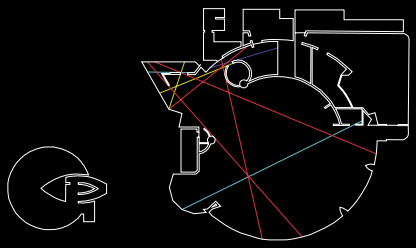
Contudo, observando as redes de espaços em seu todo, no MG tem-se um híbrido de estrutura em árvore com anéis em loop, assim como na Glyptothek, com a diferença de que, nesta última, há uma sequência de espaços enfileirados (enfilade), com uma única opção de loop ao completar-se uma volta ao redor do pátio central, enquanto no MG, onde podemos dizer que há basicamente dois sistemas – espiral e espaços conectados entre si à esquerda desta –, o loop pode ocorrer em um setor ou no outro, com o setor das salas interconectadas acrescido pós reforma nos anos de 1990, oferecendo possibilidades de loops adicionais. Já no MCI, ainda que haja a barreira física dos peitoris ao redor do vazio central, tem-se uma estrutura mais integral de anéis em loop, gerados pelas possibilidades de movimentos transversais no espaço, mais próximo ao que ocorre nas galerias progressivas híbridas no AM e na AP (ver Figuras 213 a 216).

Os 10% de espaços mais integrados do MCI e do leiaute inaugural do MG estão localizados nos átrios e seus arredores. No MCI, esses espaços indicam rotas alternativas, incluindo uma galeria em um dos eixos do cata-vento, que é o mais integrado de todo o sistema (espaço no 26, quadrante superior esquerdo). No MG, o espaço mais integrado do leiaute de 1959 é o átrio (HH=1,1), seguido do hall do elevador (HH=1,09), confirmando a ênfase do arquiteto neste componente, onde a visita ao museu deveria começar. É válido notar que todos os demais espaços altamente integrados no MCI estão no piso principal (no 18, 54 e 40, com HH de 1,39, 1,37 e 1,33, respectivamente; espaço no 10, com HH 1,32), enquanto no leiaute do MG, de 1959, estes estão no térreo (átrio, próximo à escada e ao vestíbulo de acesso), refletindo a concepção de Le Corbusier com quase todas as galerias no mesmo plano horizontal, enquanto Wright previa uma experiência de visitação de cima para baixo.

Quanto à axialidade, na porção progressiva sequencial linear do MG, antes e pós-reforma, em geral, há uma minimização de linhas axiais. No térreo, destaca-se a linha que leva da bilheteria ao início da rampa, e, no nível 2, as linhas nas galerias da espiral não recorrentes e pouco conectadas, refletindo a limitação de percursos no local, semelhante ao enfileiramento de galerias na Glyptothek. Na porção à esquerda da espiral, nos anos de 1990, já se percebem linhas mais conectadas e em maior quantidade, um pouco mais semelhante à configuração do piso superior do MCI ou ao AM. O pavimento superior no MCI, assim como as alas paralelas (central e inferior) na AP, tem linhas axiais mais conectadas em dois eixos, orientados em sentido anti-horário em relação ao acesso, além dos eixos de movimento que as conectam a partir das aberturas entre galerias (ver Figuras 217 a 225).

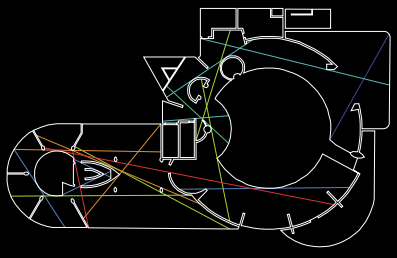
Observando os grafos VGAs, no MCI, a maior intervisibilidade por conectividade localiza-se nos quatro eixos do cata-vento, gerando experiências visuais contrastantes e reforçando a ênfase nesses locais enquanto amenizadores de possível tédio na visita e conexões visuais com o exterior. Outro amplo campo de visão está no térreo, no encontro das circulações de acesso ao átrio, que criam uma surpresa pelo que estar por vir. No MG, em 1959 e em 1992, os nós mais intervisíveis por conectividade estão no átrio. Já no nível 2, nos dois períodos, a maior intervisibilidade dá-se fora da espiral, no eixo entre a antiga biblioteca e o novo anexo, transformados em galerias nos anos de 1990.

Figura 217: Mapa axial MG, térreo, 1959.



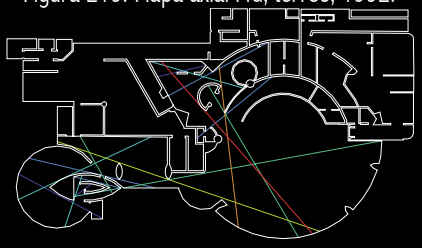
Fonte: o autor.

Figura 218: Mapa axial MG, nível 2, 1959.



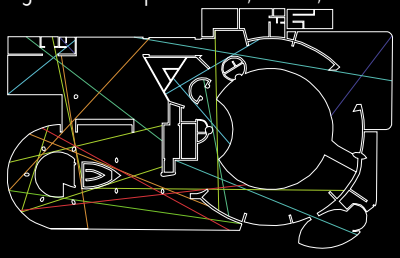
Fonte: o autor.

Figura 219: Mapa axial MG, térreo, 1992.



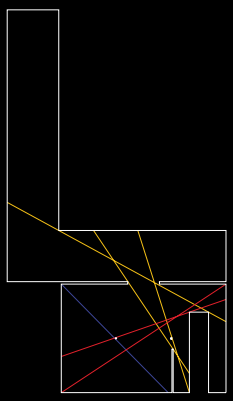
Fonte: o autor.

Figura 220: Mapa axial MG, nível 2, 1992.



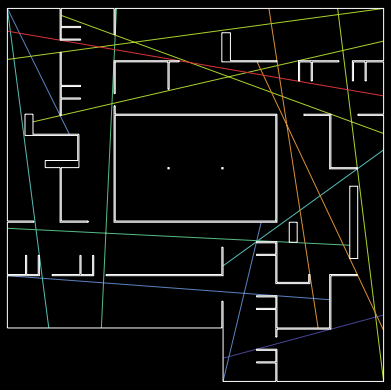
Fonte: o autor.

Figura 221: Mapa axial MCI, térreo.



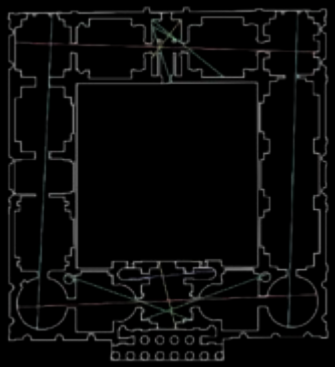
Fonte: o autor.

Figura 222: Mapa axial MCI, piso superior.



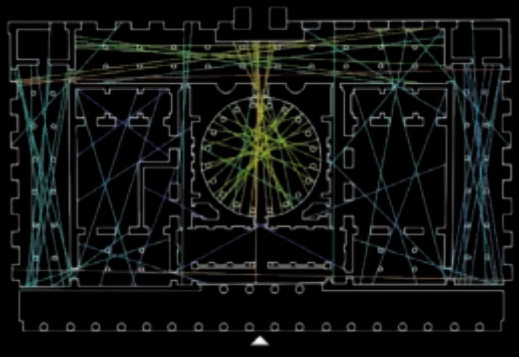
Fonte: o autor.

Figura 223: Mapa axial Glyptothek, térreo.



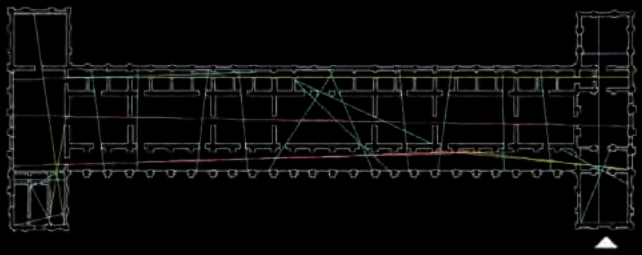
Fonte: o autor.

Figura 224: Mapa axial Altes Museum, térreo.



Fonte: o autor.

Figura 225: Mapa axial Altes Pinakothek, térreo.



Fonte: o autor.

Quanto à integração visual, o térreo do MG (1959 e 1992) permanece com as maiores médias no átrio, apesar dos nós mais integrados mostrarem-se mais dispersos centrifugamente após a reforma. Enquanto no leiaute inaugural, no nível 2, havia poucos nós integrados, após o projeto nos anos de 1990, estes aumentam significativamente em quantidade. No térreo do MCI a maior integração visual está na passagem do corredor de acesso ao átrio central e, no piso superior, os nós mais integrados estão no eixo do cata-vento que também traz a linha axial mais conectada (ver Figuras 226 a 228).

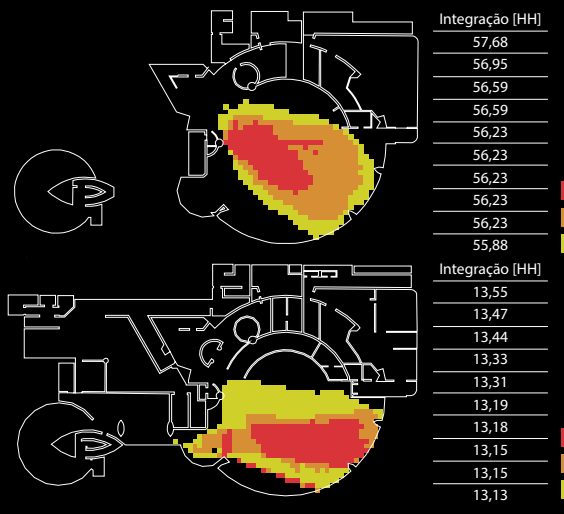
Com a simulação da eliminação do peitoril ao redor dos átrios nos dois projetos, tanto no MG como no MCI, os espaços ali situados tornam-se altamente integrados, porém, enquanto no MG os nós mais integrados espalham-se diagonalmente pelo espaço (como pareceu acontecer com o olhar de muitos dos visitantes observados *in loco*), no MCI, a integração é maior à medida que os nós se aproximam do centro geométrico, como as GPs em rotunda que visitamos no primeiro capítulo (ver Figura 229).

As isovistas no térreo do MG são, na maioria, convexas, indicando que ali há menos perda de informação visual e potencial para encontros interpessoais. No nível 2, as isovistas são mais côncavas, com exceção das galerias na rampa e, após a reforma na década de 1990, trechos das galerias no novo anexo e na antiga biblioteca. No MCI, no piso principal, tem-se isovistas com grandes trechos convexos nos eixos do cata-vento que margeiam o átrio central e nos anéis mais externos da espiral, que se estendem em suas pontas, adquirindo formas mais côncavas e lineares através das aberturas intragalerias nas divisórias limitantes da espiral (ver Figura 230).

Comparando os campos visuais nos leiautes do MG e do MCI às galerias progressivas históricas estudadas, enquanto os mapas VGA de quase todas estas mostraram claramente uma maior intervisibilidade em um eixo longilíneo, no MCI, a maior intervisibilidade por conectividade localiza-se nas intersecções dos quatro eixos do cata-vento com a espiral, causando surpresas na visita pelos contrastes visuais gerados nesses pontos.

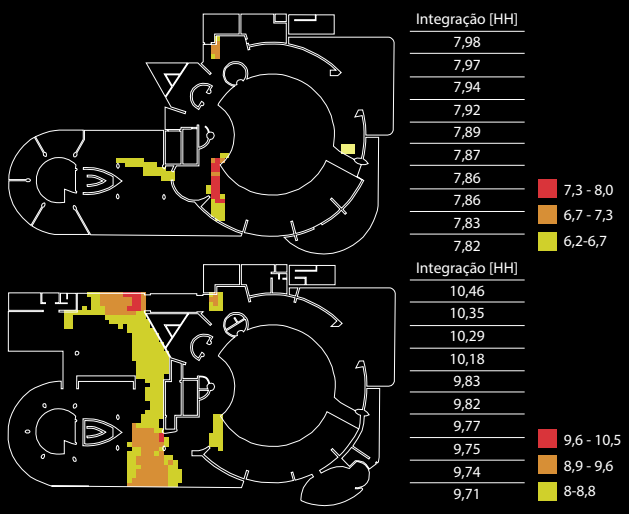
Nos sistemas espaciais das GPs híbridas, pelo menos uma de suas alas registra um trecho longilíneo, que permite maior retenção de informação visual. Os vértices de cada ala que ladeia o pátio central na Glyptothek e a rotunda de uma das alas do museu concebido por Durand, por exemplo, mostram campos visuais contrastantes, mas, em ambos os casos, estes já estão em eixos centrais longilíneos estruturantes, portanto, o contraste parece menor do que nos eixos dos cata-ventos do MCI. Dentre as GPs híbridas, no AM, talvez as passagens entre a ala na parte superior da planta e a rotunda e galerias intermediárias sejam os pontos cujo contraste visual mais se assemelha ao que ocorre nos quatro eixos do MCI (ver Figuras 231 a 240).

Figura 226: Grafos VGA parciais com espaços mais integrados, MG, 1959.



Fonte: o autor.

Figura 227: Grafos VGA parciais com espaços mais integrados, MG, 1992.



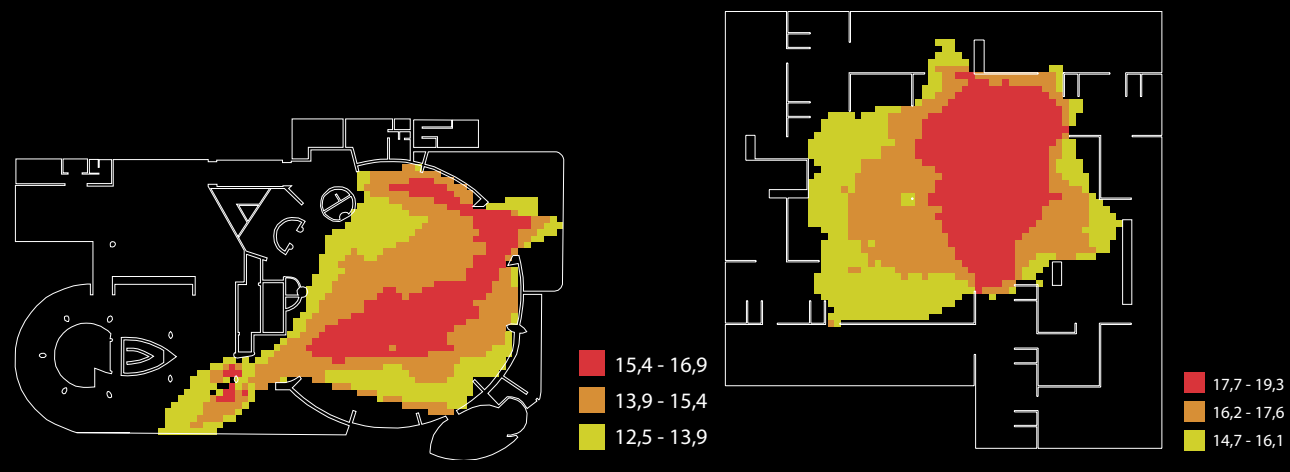
Fonte: o autor.

Figura 228: Grafos VGA parciais com espaços mais integrados, MCI.



Fonte: o autor.

Figura 229: Grafos VGA parciais e espaços mais integrados testados com remoção do peitoril ao redor dos átrios no piso superior, MG (esq.), MCI(dir.).



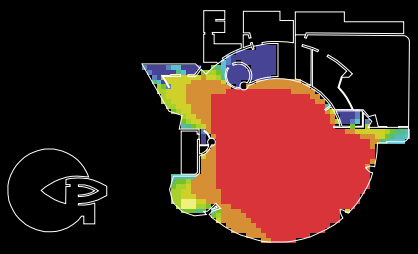
Fonte: o autor.

Figura 230: Isovistas nos espaços estruturadores do MG e MCI.



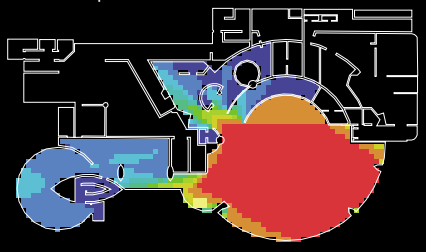
Fonte: o autor.

Figura 231: Mapa VGA conectividade, MG térreo, 1959.



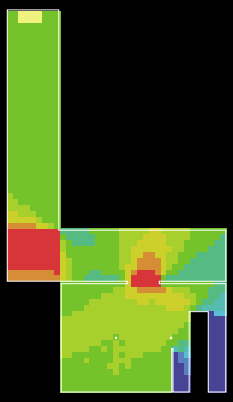
Fonte: o autor.

Figura 232: Mapa VGA conectividade, MG térreo, 1992.



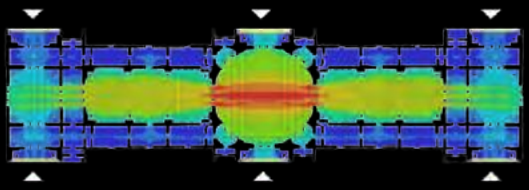
Fonte: o autor.

Figura 233: Mapa VGA conectividade, MCI térreo.



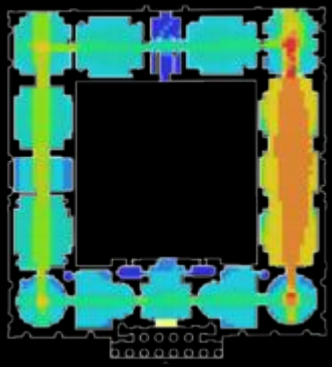
Fonte: o autor.

Figura 234: Mapa VGA conectividade, museu por Jean-Nicolas-Louis Durand.



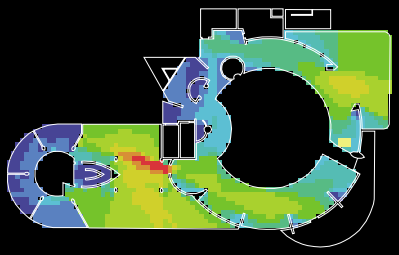
Fonte: o autor.

Figura 239: Mapa VGA conectividade, Glyptothek.



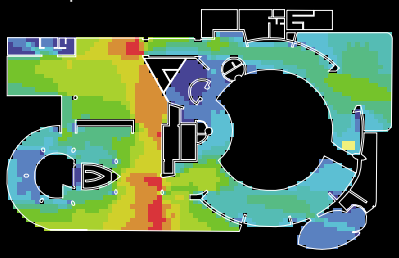
Fonte: o autor.

Figura 235: Mapa VGA conectividade, MG nível 2, 1959.



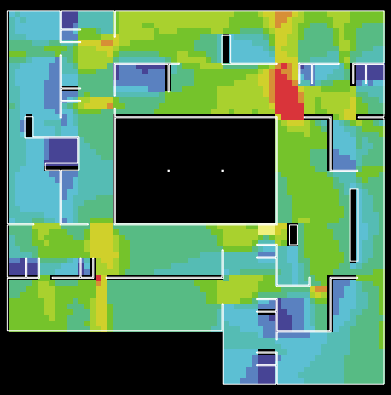
Fonte: o autor.

Figura 236: Mapa VGA conectividade, MG nível 2, 1992.



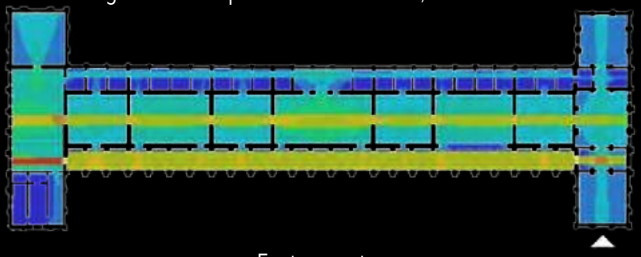
Fonte: o autor.

Figura 237: Mapa VGA conectividade, MCI piso superior.



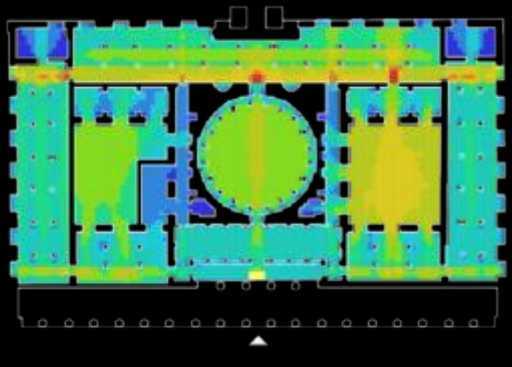
Fonte: o autor.

Figura 238: Mapa VGA conectividade, Altes Pinakothek.



Fonte: o autor.

Figura 240: Mapa VGA conectividade, Altes Museum.



Fonte: o autor.

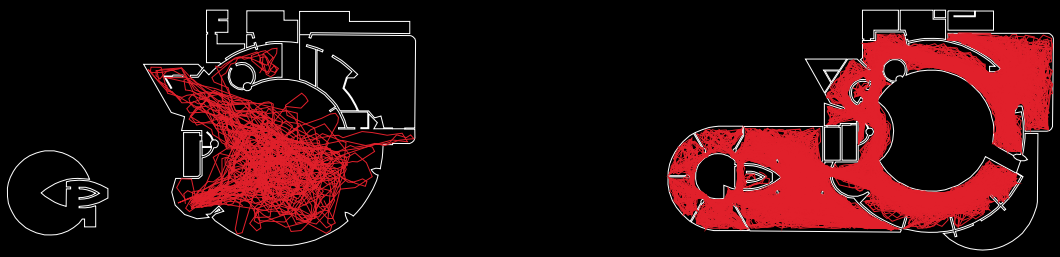
No MG, no térreo, tanto em 1959 como em 1992, observa-se um comportamento visual semelhante às GPs em rotunda, com os nós mais conectados posicionados conforme eixo geométrico do espaço circular. No piso superior há uma mudança drástica nessa condição e os nós mais conectados localizam-se na porção esquerda da planta, ou na antiga biblioteca (1959) ou no eixo entre esta e o novo anexo (1992), um comportamento semelhante ao arranjo tradicional de salas conectadas no tipo de configuração SP.

Analisando o comportamento de agentes autômatos nos dois museus, há mais concentração e movimento ao longo de um eixo central (orientado segundo a geometria) nas galerias da rotunda do MG do que no MCI. Neste último, os percursos nos dois níveis espalham-se mais equilibradamente por todas as galerias (ainda que o anel ao redor do seu átrio tenha maior fluxo de agentes), em contraste com as galerias progressivas históricas, como a Glyptothek, a AP e o AM, nas quais há claros eixos de percursos mais densos alinhados à lógica geométrica dos espaços.

Como vimos, no MCI, os maiores índices de agentes em portões foram registrados na chegada ao piso superior, onde também se dá uma alta integração visual, o que é coerente com a força dos eixos do cata-vento, marcando o início do percurso na espiral, de onde se pode avistar o exterior ou vislumbrar vários percursos. No MG, a maior densidade de agentes deu-se na galeria do anexo construído na década de 1990, seguido do local entre esta e a antiga biblioteca, ambos no nível 2. Como visto, somando os percursos de agentes e visitantes – 60% do total aconteceu na porção esquerda da planta (novas galerias), e considerando apenas agentes – esse percentual cresceu para 86,5%, indicando maior movimento nos espaços expositivos acrescidos do que na rampa, mola mestra do projeto de Wright (ver Figuras 241 a 246).

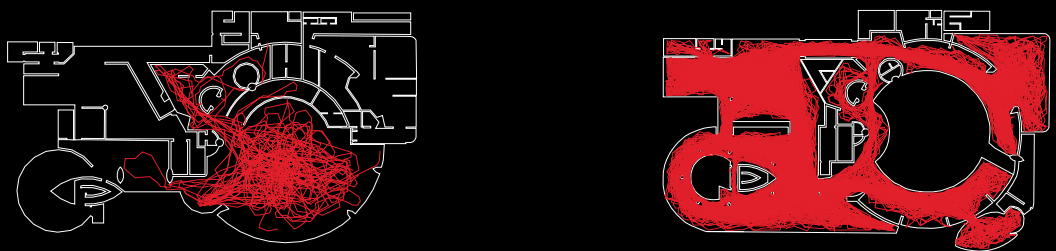
Para sintetizar aquelas que acreditamos serem as características mais relevantes nos dois museus, utilizamos os temas e conceitos relacionados à configuração da circulação segundo Tzortzi (2015), ao reconhecer que essa tem sido uma questão de importância reconhecida em vários estudos de museu, independente de seus distintos enfoques. Os quatro temas chave para a autora são: a relação entre o arranjo espacial em galerias sequenciais e a maneira na qual as pessoas aí se movem e as exploram; a inteligibilidade do leiaute; a visualização de objetos; e funcionamento do museu enquanto espaço social. Já como conceitos específicos de circulação, são definidas a sequência única de espaços, as variações nessa sequência, que permitem mais escolhas de rotas, a matriz de padrão de circulação e a circulação em planta livre, das quais as duas primeiras condições integram o conceito de GP que apresentamos no capítulo inicial (TZORTZI, 2015).

Figura 241: Percursos de agentes autômatos no MG, 1959, térreo (erq.) e nível 2 (dir.).



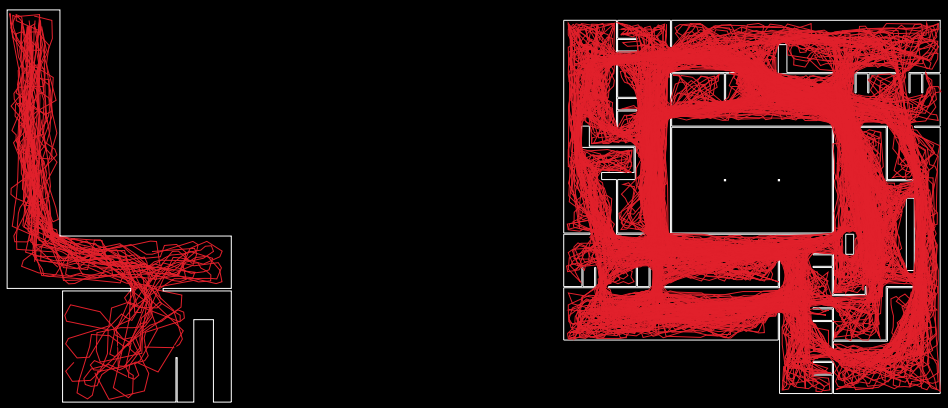
Fonte: o autor.

Figura 242: Percursos de agentes autômatos no MG, 1992, térreo (erq.) e nível 2 (dir.).



Fonte: o autor.

Figura 243: Percursos de agentes autômatos no MCI, térreo (erq.) e nível 2 (dir.).



Fonte: o autor.

Figura 244: Percursos de autômatos na Glyptothek.



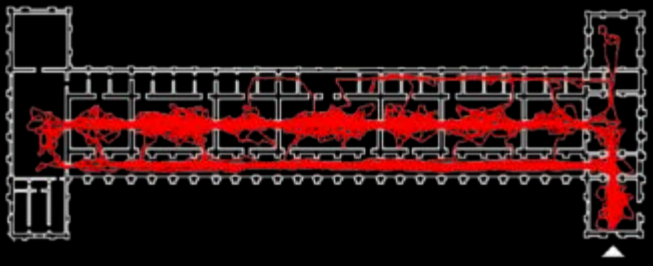
Fonte: o autor.

Figura 245: Percursos de autômatos no Altes Museum.



Fonte: o autor.

Figura 246: Percursos de agentes autômatos na Altes Pinakothek.



Fonte: o autor.

Devido a seus muitos anéis de circulação, o sistema do MCI oferece mais trajetórias cruzadas do que as rotas restritivas, para cima ou para baixo, do MG. No MCI, os visitantes podem seguir a lógica da espiral ou sair desta através de conexões permeáveis entre galerias. Talvez o uso recorrente da *promenade* arquitetônica por Le Corbusier, somado a sua consciência acerca de um possível efeito labiríntico, tenham levado à condição menos determinística, que nos faz questionar, inclusive, se andando livremente, os visitantes poderiam, de fato, perceber que a planta baixa desenvolve-se em espiral.

No leiaute inaugural do MG, embora houvesse poucas rotas extras fora da espiral, as galerias principais estavam todas na rotunda, oferecendo poucas chances de exploração casual do espaço. Enquanto, no MCI, a espiral sobreposta aos quatro eixos do cata-vento definem sua configuração espacial, no leiaute de Wright (mesmo com poucas passagens para fora da espiral) já havia certo hibridismo de galerias na espiral progressiva e em espaços adjacentes (elevador, High Gallery, biblioteca e a torre do Monitor). Após a reforma na década de 1990, essa condição híbrida tornou-se ainda mais evidente com o acréscimo de um sistema paralelo à rotunda de espaços expositivos conectados de modo mais tradicional (como na sala de período) do que o que acontecia na progressividade da *enfilade* de espaços convexos sequenciais nas galerias na rampa.

Nesse sentido, de acordo com os referidos temas apontados por Tzortzi (2015), pode-se dizer que tanto o MCI como o MG apresentam o arranjo espacial de galerias sequenciais relacionados ao modo como pessoas se movem e exploram as galerias. Já quanto ao conceito específico de circulação empregado, enquanto Wright adotou originalmente a sequência única de espaços, Le Corbusier preferiu conceber um museu onde pessoas circulassem a partir de variações na sequência única (em espiral), o que lhes permitia mais possibilidades de trajetórias.

A saída do MCI é feita através de um segmento transversal alinhado ao acesso, que se dá após a subida da rampa, e, assim como os demais eixos do cata-vento, é pontuado por pequenos mezaninos. A cada volta em torno do ponto central do sistema, o visitante pode atravessar essa rota de fuga ou os 3 eixos restantes do cata-vento, uma estratégia para permitir que, caso esteja mais entediado, possa olhar para o exterior ou sair do edifício, sugerindo que, enquanto a espiral foi usada por sua eficiência na adaptação ao crescimento futuro da estrutura, precisou ser alterada para evitar comprometer o caráter exploratório da visitação.

Assim, até mais do que Wright, Le Corbusier, ao mesmo tempo em que afasta os visitantes do que poderia ser uma espiral infinita, os ajuda a se localizar, mostrando-lhes o exterior ou informando que estão prestes a iniciar outra curva na espiral. Wright, por sua vez, como pudemos ver em suas próprias palavras, concebeu um espaço, em grande parte devido à legibilidade do sistema espacial da rotunda e as galerias organizadas ao redor desta, na rampa, a única forma de se percorrer o espaço, também tentou deixar claro para o visitante como este deveria percorrer as galerias . Tem-se, então, mais um dos temas estabelecidos por Tzortzi (2015) posto em prática: a preocupação com a facilidade

de legibilidade, ou inteligibilidade, do leiaute espacial do museu.

Como dissemos no início do capítulo 2, algumas das questões que impulsionaram a investigação sobre a galeria progressiva têm a ver com a crítica existente na literatura (sobretudo da SE) de como sua natureza espacial levaria, inevitavelmente, a um reducionismo de possibilidades de rota e restrição da experiência, não deixando espaço – como Peponis (1993) acusou o MG –– para efeitos probabilísticos do leiaute quanto à exploração e ao encontro de visitantes. Durante visitas e observações não obstrutivas no MG, percebemos que visitantes, na verdade, têm um comportamento social extremamente ativo, passando mais tempo nas GPs, mantidas até hoje quase na íntegra como pensou Wright, onde veem e são vistos por outros, em movimento ou quando parados, enquanto também interagem com o espaço e com as obras de arte, ainda que o primeiro, pela força da composição centrípeta de Wright, acabe levando a uma experiência de visitação na qual a arquitetura (o átrio) compete com obras de arte pelo foco do interesse do visitante.

Relembrando o referencial estudo de Hillier *et al.* (1996), mesmo que isso não se aplique ao estilo de visitação em si – afinal, é difícil escapar do controle que o átrio exerce – no MG, a interação com o espaço e entre pessoas nas galerias abertas que encerram o átrio pode ser bem mais exploratória e informal do que naquelas galerias tipo salas conectadas tradicionais acrescidas ao projeto original de Wright. Desse modo, as propriedades formais do leiaute espacial original acabam por (assim como no referido estudo chega-se à conclusão sobre a Tate Gallery, em Londres) fazer com que visitantes nas galerias helicoidais do museu tenham um comportamento mais relaxado do que a aparente cerimonialidade do MG poderia levar a acreditar.

Da mesma forma, ainda que só pudéssemos visitar o MCI por intermédio de reconstrução tridimensional digital, as análises mostraram que há certo controle da experiência de visitação por parte de Le Corbusier, que faz o visitante andar por dois corredores cegos e subirem a rampa do átrio encerrado por altas paredes, para, só depois, soltá-los nos meandros da espiral. Contudo, trata-se de uma quasi espiral, cujo arranjo, argumentamos, é um híbrido do esquema da "planta em corredor" – a espiral, em si, é composta de alas que sugerem percursos lineares contínuos – com o esquema da "matriz de salas conectadas" (EVANS, 1978, p. 88, tradução nossa), que permite que "os 'movimentos necessários' de pessoas de ambiente a ambiente se cruzem e intersectem como em um pátio ferroviário de manobras" (EVANS, 1978, p. 85, tradução nossa).

Avaliando os estratégicos eixos axiais e campos de visão variantes, Le Corbusier parece ter desejado que pessoas encontrassem umas com as outras e com a arte por entre uma barreira e outra, de modo inesperado, ou, pelo menos, mais inesperadamente do que nas galerias da espiral circular, de baixo peitoril e campos visuais amplamente convexos, como simulados sob a forma de grafo VGA gerado com a retirada deste peitoril. Contudo, como vimos, a interação entre pessoas e espaço também é bastante peculiar no MG, o que nos leva a acreditar que ambos os museus funcionam enquanto espaço social, outro tema atrelado à configuração de circulação estabelecido por Tzortzi (2015).

No capítulo 2, definimos a galeria progressiva como um tipo de organização museológica do século XIX e analisamos a morfologia de modelos hipotéticos desse tipo (os quais contrastamos com o tipo sala de período) para identificar uma matriz espacial progressiva. Esta, por sua vez, foi aplicada para um melhor entendimento morfológico de galerias progressivas seminais reais, que refletem a própria história morfológica do museu moderno.

No presente capítulo, nos propusemos a, com base nessa formulação matricial básica, analisar dois casos apontados na literatura como exemplares de galerias progressivas modernas, o MG e o MCI, de modo que pudessem apontar respostas iniciais para a pergunta norteadora deste estudo: até que ponto uma configuração de espaço, aparentemente fácil de ser percorrido e que parece ofertar poucas opções de rotas, pode conciliar uma navegação acessível a experiências espaciais não entediantes socialmente ativas?

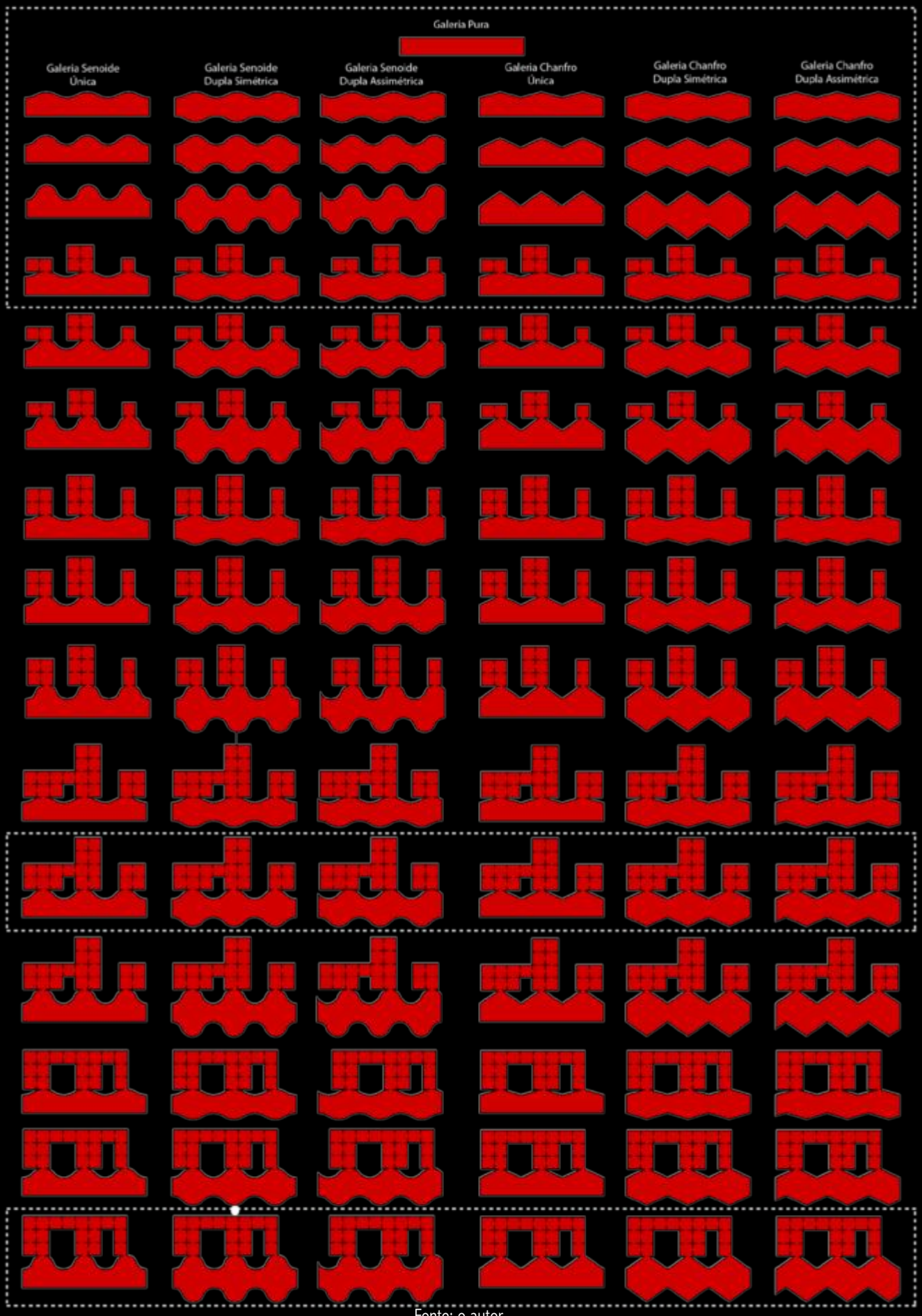
Com base nas análises apresentadas e considerando uma experiência espacial menos entediante em museus como aquela que tende a atrair mais atenção ou interesse, já que "os museus são plataformas de aprendizado seguras e informais, equipadas de maneira única para incentivar os visitantes a imaginar, explorar e experimentar" (GOKCIGDEM, 2016, p. xxvi, tradução nossa), o conceito de Le Corbusier para o MCI pareceu ser mais favorável nesse sentido do que o MG, uma vez que permite que os visitantes tenham uma visita mais exploratória, com opções de rota maximizadas e mais alterações nos campos visuais ao descobrir o espaço.

No capítulo seguinte, dando continuidade a essas respostas, abordaremos modelos hipotéticos de galerias progressivas mais complexos do que os analisados no primeiro capítulo, cujas condições morfoespaciais foram extraídas de ambos os casos de museus aqui estudados, no intuito de aprofundar o entendimento morfológico acerca da GP e poder complementar sua matriz espacial, visando testes com visitantes em ambientes virtuais de algumas das variações que apresentaremos a seguir.

5.

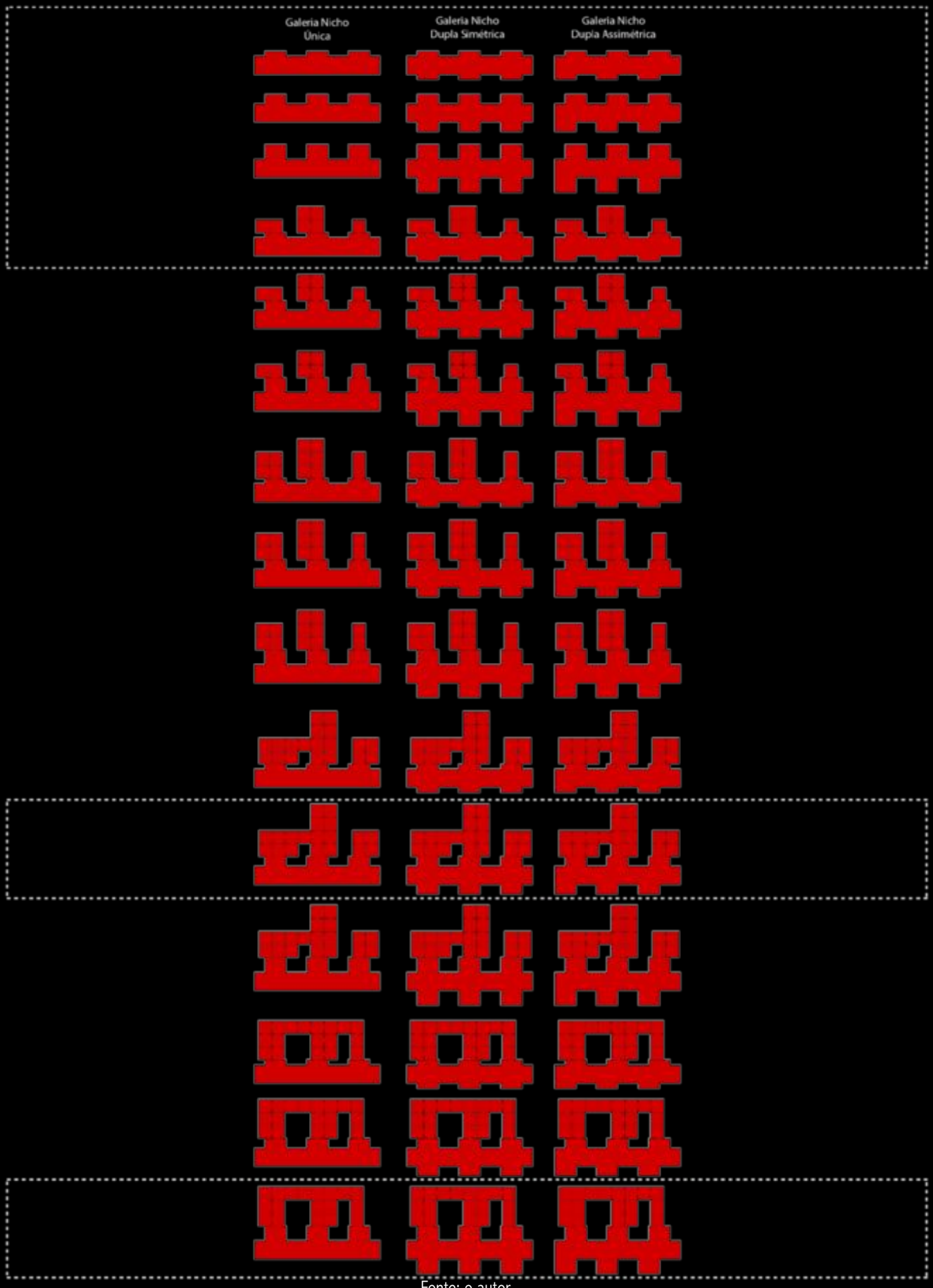
PROGRESSIVIDADE: EXPERIMENTOS COM VARIAÇÕES DE ESPAÇOS PROGRESSIVOS

Figura 255.1: Variações progressivas inicialmente elaboradas com Indicação das que foram analisadas.



Fonte: o autor.

Figura 255.2: Variações progressivas inicialmente elaboradas com Indicação das que foram analisadas.



Fonte: o autor.

5 PROGRESSIVIDADE: EXPERIMENTOS COM VARIAÇÕES DE ESPAÇOS PROGRESSIVOS

> "*A qualidade crucial da forma, não importa de que tipo, está em sua organização,e quando pensamos assim a chamamos de forma.*"
> (ALEXANDER, 1966, p. 396, tradução nossa)

Neste capítulo, dá-se continuidade à investigação sobre aspectos morfológicos em leiautes espaciais de galerias progressivas (GPs), apresentando variações hipotéticas mais complexas do que as introduzidas anteriormente no segundo capítulo, que derivam, além destas primeiras, dos estudos dos dois casos de GP apresentados no capítulo três. Parte-se da descrição dos parâmetros métricos e configuracionais dessas variações, para, em seguida, descrevê-las analiticamente através de ferramentas da sintaxe espacial (SE), como as utilizadas nas análises feitas até aqui, visando estabelecer características morfológicas gerais desses modelos e, consequentemente, ampliar a caracterização espacial da GP.

Esta caracterização morfológica respaldada pela SE tem como espinha dorsal, que estrutura a investigação geral desta tese, três temas principais tomados emprestados de Tzortzi (2015): relação entre arranjo espacial em galerias sequenciais e os padrões de exploração de visitantes, a inteligibilidade do leiaute e o funcionamento do museu enquanto espaço social. Exploração aqui entendida como o aspecto exploratório do movimento de visitantes no museu e o caráter de espaço social como a probabilidade das galerias gerarem encontros entre visitantes, considerando estes encontros mais no sentido de copresença do que de interação ativa entre os visitantes(CHOI, 1997). Já a Inteligibilidade (R2) relaciona-se à exploração dos leiautes criados, à medida que poder ser indicativa do quão é mais fácil ou difícil navegar nos mesmos ou, na linguagem sintática, é uma media que pode ajudar a identificar o quão facilmente um indivíduo, em uma dada posição, consegue compreender a estrutura global do sistema espacial.

Na segunda etapa dos experimentos, procura-se estender os resultados encontrados nas análises morfológicas com a introdução da ferramenta da realidade virtual (RV), que viabiliza a navegação de usuários reais em alguns dos modelos criados. Nestes testes, serão registrados padrões de movimento, os quais serão contrastados, com os resultados das análises morfológicas, sobretudo no que tange à análise de agentes autômatos, semelhante ao que foi feito para o MG no capítulo três.

Também será aferida a medida de foco detectada em sujeitos imersos nestes ambientes enquanto os navegam fazendo uso de um dispositivo do tipo *Brain-Computer Interface* (BCI), ou Interface Cérebro-Computador, um recurso que vem sendo utilizado desde os anos de 1970, na University of California (UCLA), em Los Angeles (BRUNNER *et al*, 2015). Este dispositivo opera em conjunto com o EMOTIVBCI, um aplicativo para computadores que permite visualizar e treinar os fluxos de dados capturados pelo BCI, exibindo os resultados de métricas de desempenho para aferir estados cognitivos. O foco é uma dessas medidas que se relaciona à atenção fixa para uma tarefa específica.

Como apresentado na introdução, a interface entre as disciplinas da arquitetura e neurociência tem sido ampliada nas últimas décadas e sua aplicação nesta tese materializa-se na captura e análise de respostas humanas na GP quanto à medida de foco, o que é viabilizado pelo emprego dos referidos aplicativo e dispositivo BCI. Na seção 5.3 será retomada a aplicação da neurociência na análise de respostas humanas em espaços, centrando no potencial da medida de foco como um dos meios para se entender melhor sobre estas respostas, além de detalhamento envolvendo procedimentos e equipamentos utilizados nos experimentos.

Nestes últimos, dez sujeitos navegarão em três das variações da família dos senoides, cinco das quais conterão espaços que refletem apenas a forma arquitetônica (piso, teto e paredes), com os cinco restantes sendo acrescidos de conteúdo expográfico (obras de arte empiricamente selecionadas, assinadas por um único artista). A ideia é comparar os resultados obtidos com aqueles provenientes da análise sintática, sobretudo no que tange aos referidos aspectos chave de padrões de exploração de visitantes, inteligibilidade e copresença, enfocando a relação entre o comportamento dos agentes autômatos e dos sujeitos.

Espera-se que, fazer uso da neurociência em complementariedade ao tipo de análise do espaço fundamentada na SE, teoria já sedimentada nos meios acadêmicos,possa contribuir, não só para entender melhor espaços de natureza progressiva como os aqui abordados, como também abrir portas para investigações futuras que venham a seguir por este caminho inovador, que desponta como bastante promissor na produção e entendimento de espaços arquitetônicos voltados ao melhor atendimento das necessidades humanas.

5.1 Entre a Forma e o Espaço

Se edifícios e assentamentos podem ser considerados “os produtos mais concretos de cultura materiais” (MARKUS, 1993, p.3), os experimentos aqui traçados ganham reforço diante do argumento de que, mesmo assim, o papel do espaço e da geometria nos edifícios e cidades ainda permanece largamente inexplorado (PSARRA, 2018). Contudo, a tradição arquitetônica nos últimos 500 anos, em suas distintas aproximações, sempre esteve circundada por relações entre estes dois polos: geometria e espaço. Observando três desses momentos, no período renascentista, a geometria serviu de agente gerador do projeto, testemunhando a reformulação da arquitetura enquanto disciplina.

Por sua vez, o conceito da planta livre modernista transformou a relação clássica de correspondência entre geometria e organização espacial, concedendo a esta um papel de “estrutura regulatória sobre o espaço de fluxo livre” (PSARRA, 2018, p.198). Nos anos de 1990, com a expansão das aplicações do desenho com auxílio de computador (CAD), cujo início coincide com a revolução do computador pessoal na década anterior, as restrições geométricas foram atenuadas, fortalecendo a capacidade de variação formal, foco das explorações em arquitetura na chamada primeira virada digital (CARPO, 2017).

Do ponto de vista da geometria, a aproximação às variações aqui propostas insere-se, em um âmbito geral, nos desenvolvimentos sobre teorias da forma na arquitetura. Pode-se dizer que a geometria sempre esteve presente na arquitetura, mas o seu uso consciente estrutura-se no Renascimento, nas figuras de Alberti, Serlio e Palladio, que "estabeleceram a arquitetura como uma disciplina separada das tradições artesanais herdadas" (PSARRA, 2018, p.199, tradução nossa).

Se considerarmos como dois recortes específicos o período a partir do final século XIX, quando museus públicos se consolidam, e o cenário britânico no segundo Pós-Guerra – de extrema influência para a formação da teoria da SE, cerne da aproximação ao espaço aqui utilizada e introduzida nos capítulos anteriores –, tem-se relevantes estudos com interesse na forma arquitetônica segundo o aspecto da proporção. No primeiro momento, em um cenário mais amplo, estudiosos como Heinrich Wölfflin (*Prolegomena to a Psychology of Architecture*, 1886), Konrad Fiedler (*Sobre a origem da atividade artística*, do original, *Ueber den Ursprungd der kuenstlerischen Taetigkeit*, 1887) e A.E. Brinckmann (*Von Guarino Guarinin bis Balthasar Neumann*, 1932) trazem contribuições pertinentes (MILLON, 1972; BOOTH, 1996).

Especificamente no contexto britânico de meados do século XX, a importante publicação de Wittkower, *Architectural principles in the age of humanism*[1949], que descreve villas paladianas como sendo variações de uma lógica compositiva que incluíam leis universais de geometria e proporção. Essa obra pode ser considerada diferente de várias das experiências produzidas após a Segunda Guerra Mundial, porque enfatizava o significado social da proporção no período renascentista, mesmo que a maioria dos arquitetos e críticos da arquitetura moderna tivessem dado mais importância à questão da forma e proporção que o autor abordou (MILLON, 1972). Um ano após a obra de Wittkower, Le Corbusier publica Le *modulor*, que ampliou ainda mais o interesse de arquitetos e historiadores na proporção em arquitetura. Mas, antes disso, em 1947, o ex-aluno de Wittkower, Colin Rowe, lança o artigo *The mathematics of the ideal villa*, seguido de *Manneirisms in modern architecture*[1950], nos quais traça análises de similaridades formais e conceituais entre a arquitetura do século XVI e a arquitetura moderna.

O artigo de Rowe (1988) é relevante para este estudo porque compara dois edifícios que, de modo superficial, poderia parecer estranho aproximar, tarefa essa que o autor desempenha estabelecendo similitudes e diferenças nas concepções, utilizando diagramas analíticos sobre a organização do espaço em planta e da composição em fachadas e descrições espaciais textuais, o que "mostrava uma atenção para edifícios como sistemas compositivos abertos, interagindo ativamente com um repertório universal de estruturas que os precediam e os definiam" (PSARRA, 2018, p.197, tradução nossa).

Outra contribuição do período foi a de Christopher Alexander, que, em 1959, publicou no *RIBA Journal, Perception and modular co-ordination*, um artigo sobre coordenação modular, apresentando uma análise matemática das dimensões necessárias para fornecer uma variação desejável de dimensões importantes para o homem (MILLON, 1972; ALEXANDER, 1959).

A tese de doutoramento na University of Cambridge, *The formal basis of architecture* [1963], do norte-americano Peter Eisenman, de quem Rowe foi orientador e mentor no período em Cambridge, é outro estudo relevante. Publicado apenas em 2006, define a arquitetura como um volume tridimensional aberto a forças internas e, de algum modo, externas, resultando em distorção e deformação. O enfoque está na forma arquitetônica, que é subdividida em dois tipos, genérica e específica, sendo esta última considerada a essência de um edifício.

O interesse neste trabalho está em dois aspectos principais. O primeiro é a introdução que faz das noções de movimento e experiência para entender volume, em particular, na investigação, através de desenhos analíticos, de edifícios de Frank Lloyd Wright e Le Corbusier (além de Alvar Aalto e Giuseppe Terragni), vistos como um campo de diferentes forças (como exemplificado no capítulo anterior), cujas sintaxes são semelhantes, já que implicam na resolução de requisitos internos e externos. O segundo (e mais importante) é o fato do estudo representar uma tentativa de olhar para a arquitetura, assim como Rowe, enquanto um sistema aberto de volume e forma, cuja teoria deveria estabelecer um conjunto baseado na manifestação formal de ideias conceituais, livre de preferências estéticas e considerações metafísicas (EISENMAN, 2006; GRAAFLAND, 2007).

Embora o cerne seja o espaço, particularmente a análise de leiautes espaciais, a geração das variações que aqui apresentaremos compartilha justamente da visão sistêmica presente nesses estudos da forma, sobretudo no que diz respeito ao fato dos componentes lançados como definidores da geometria e dos leiautes, argumenta-se, permitirem o engendramento de um conjunto bastante amplo de derivações com base na lógica generativa estabelecida. Da mesma forma que a abordagem de Rowe (1988) mostrava a relação dos sistemas compositivos e espaciais com estruturas anteriores a estes, as variações aqui criadas buscam interagir com alguns de seus precedentes morfológicos.

Essas precedências, no âmbito do escopo desta tese, dizem respeito, primeiro, a galerias progressivas seminais, uma vez que antecedem à transição, consolidada no século XIX, da organização de exposições de um modo, pode-se dizer, mais randômico para outro regido por princípios de especialização e classificação (SUTTON, 2000; BENNET, 1995; MARKUS, 1993). Também remetem aos primeiros museus projetados especificamente para esse fim e com acesso a uma gama muito maior de visitantes (o chamado "museu público"), cujas geometrias (ainda que parcialmente) refletiam uma organização espacial sequencial. Finalmente, relacionam-se a dois casos emblemáticos de museus projetados por mestres da arquitetura moderna, os quais, possuindo formas distintas entre si, têm suas concepções espaciais, ambas, baseadas na lógica da espiral e na sequência única de espaços (o MG) ou de variações nessa sequência única (o MCI).

Já a aproximação da SE, fundamentação teórica desta pesquisa, que, segundo estudo seminal de Hillier *et al.* (1976), nasce da estratégia científica de se criar uma teoria de padrões que respeitasse a evidência de fenômenos coletivos expressa em edifícios complexos e assentamentos urbanos,conecta-se a esses estudos da forma em seu âmbito mais geral – a visão sistêmica –, tendo como problemas básicos o conhecimento relacionado ao entendimento de "como

padrões característicos em um conjunto de fenômenos poder ser reconhecido por referência a princípios abstratos de arranjo ou relação" da morfologia atrelada à compreensão das "semelhanças e diferenças objetivas que um conjunto de fenômenos caracteristicamente exibe à experiência comum" (HILLIER *et al.*, 1976, p. 149, tradução nossa).

Hillier *et al.* (1976), defendendo que o espaço deve ser visto como um membro da família das linguagens mórficas, estabelece a SE, uma teoria geral sobre a organização do espaço, que, partindo de uma base prática e empírica, toma emprestado propriedades da linguagem natural e da matemática para entender como "a morfologia pode ser gerada a partir de um conjunto cuidadoso de objetos, relações e operações elementares" (HILLIER *et al.,* 1976, p. 150, tradução nossa). Da linguagem matemática, toma emprestado o léxico reduzido, a estrutura sintática e a capacidade da propriedade de ser construída a partir de um sistema inicial mínimo, além de não significar nada além de sua própria estrutura. Da linguagem natural, tem-se o fato de ser realizada no mundo das experiências, de ser usada criativamente para propósitos sociais e de ser constitutiva do social (HILLIER *et al.*, 1976, p. 152).

Enquanto linguagem mórfica, a SE consistiria de três componentes chave: uma configuração mínima, definida como um espaço que abriga as ações humanas em um processo randômico continuado; uma sintaxe, que é justamente o conjunto de objetos, relações e operações elementares que podem ser combinados para gerar estruturas de regras que restrinjam a aleatoriedade dessa configuração; e, por fim, uma regra de sintaxe, ou seja, uma regra para a formação de outras regras. Sobre essa última, tem-se a ideia de que uma regra deveria exaurir-se diante de alguma lógica ou limite natural, como não ser capaz de se desenvolver tridimensionalmente, adotando a bidimensionalidade do espaço produzido pelo homem, já que é em duas dimensões que este se movimenta (HILLIER *et al.*, 1976, p. 150).

Portanto, desses princípios gerais, salienta-se que a SE tem como premissa básica a consideração do estudo da arquitetura enquanto variável independente, ou seja, a partir de seus efeitos ou impactos diretos nos usuários (HOLANDA, 2013), o que se relaciona ao postulado da configuração mínima estabelecida por Hillier *et al.* (1976) como a raiz de uma linguagem mórfica, que, enquanto tal, não significa "nada a não ser sua própria estrutura sintática (na qual seu propósito social reside)" (HILLIER, 1976, p. 153, tradução nossa), e supõe que "pessoas e sociedade implantam-se no espaço, e que estas implantações são capazes, sob certas condições, de adotar certos padrões" (HILLIER, 1976, p. 151, tradução nossa).

Vinte anos após o artigo seminal de 1976 e doze após o livro *The social logic the space* (1984), que solidificou o conceito de configuração espacial (como aquele das relações que levam em consideração outras relações em um dado complexo), Hillier (1996) publica *Space is the machine*, resultado de estudos seus e de colegas na University College London, que apontam para uma teoria analítica da arquitetura capaz de beneficiar tanto a compreensão quanto a proposição projetual nesse campo.

Falando do espaço e da forma na tradição de estudos arquitetônicos, e entendendo que é nesse âmbito que esta tese se encontra, é importante endereçar uma questão tratada em Hillier (1996), que se relacionam aos estudos que mencionamos, ea própria sintaxe espacial: a discussão da arquitetura como uma arte combinatória. O campo das possibilidades em arquitetura pode ser elucidado a partir da identificação de um conjunto de elementos básicos e um conjunto de regras para combiná-los, "de modo que a aplicação de um no outro geraria formas arquitetônicas que existem e que abrem possibilidades para poderem existir e ser consistentes com aquelas que já existem" (HILLIER, 1996 , p. 216, tradução nossa).

O autor atesta que parece promissora a crença de que a forma em arquitetura se comporte como o "sistema de invariantes que sublinham a variedade a ser encontrada no mundo real", composto de transformações cujos elementos e regras dariam suporte à teoria da forma arquitetônica. Ao mesmo tempo, Hillier refuta essa possibilidade diante de registros sobre edifícios históricos já feitos, os quais, em sua maioria, em vez de conseguirem mostrar que os exemplares são resultados de uma combinação de partes (que os reduza a tipos), acabam indicando que se tratam de peças morfologicamente únicas. Também cita o caso de estudos que tentaram enumerar possibilidades arquitetônicas (como a decomposição de sistemas em retângulos para indicar padrões de adjacências), reforçando, inclusive, que Steadman (1983), ao analisar as iniciativas modernas de enumeração sistemática de plantas, conclui que a variedade combinatória é tão grande que uma enumeração completa teria pouca utilidade prática, completando que se não houver restrições, parece improvável que haja limite numérico para estas possibilidades (HILLIER, 1996).

Apontando um possível caminho, Hiliier, primeiro, compara edifícios à linguagem, dizendo que nem todas as palavras e frases, só porque são organizadas em uma base combinatória, fazem sentido e, analogicamente, transpõe essa lógica para a arquitetura, estabelecendo que muitas das análises combinatórias podem não ser edifícios. Procurando uma saída para o dilema, o autor lança a pergunta: "como o campo combinatório é restrito e estruturado de modo a fazer nascer formas que existem e outras que existem legitimamente?", para, em seguida, responder que "isso será a teoria da forma arquitetônica – as leis que restringem e estruturam o campo de possibilidades, não as leis combinatórias nelas mesmas" (HILLIER, 1996 , p.221, tradução nossa).

Dessa forma, entende-se que são as restrições que estruturam o campo da possibilidade arquitetônica, e para compreendê-las o autor dá algumas pistas, utilizando-se de leiautes hipotéticos que chama de "complexo-a" e "complexo-p". O primeiro seria um arranjo de células adjacentes que não possui nenhum padrão de permeabilidade de uma célula para outra (portanto, não se constitui em um edifício). O outro inscreve permeabilidades diferentes do primeiro, gerando arranjos que levam à pergunta de quantos complexos-p seriam possíveis no primeiro, tendo como resposta uma "explosão combinatória". Hillier (1996) propõe que é possível expressar esse procedimento em uma fórmula combinatória conhecida, que pode ser aplicada a qualquer situação, desde que seja atribuído "um certo número de entidades a um dado número de possibilidades" (HILLIER, 1996, p. 219, tradução nossa) (ver Figura 247).

Concluindo seu raciocínio, o autor diz que deveríamos procurar entender as restrições que estruturam o campo da possibilidade arquitetônica de duas formas: a primeira seria aproximarmo-nos do funcionamento do sistema de permeabilidades (como as adicionadas ao complexo-p), pois estas são as conexões mais poderosas entre as formas do ambiente construído e é através desse tipo de configuração que é possível relacionar-se às diferenças funcionais entre os tipos de edifícios. A segunda refere-se às propriedades desse tipo de complexo, que influenciam e são influenciadas pela função e tendem a ser globais, como a integração (que, como vimos, é a relação de cada espaço para com os demais de um dado sistema), porque "Em geral, podemos dizer que configuração tem prioridade sobre as propriedades intrínsecas do elemento espacial em relacionar forma à função" (HILLIER, 1996 , p.221, tradução nossa).

Nesse sentido, especificamente sobre estudos em espaços expositivos no campo da SE, é relevante para os experimentos que aqui faremos a ideia de Turner e Penn (2002) de que é possível reproduzir níveis de movimento em uma galeria – a Tate Britain Gallery, em Londres – usando um modelo com regras (de movimento) baseadas apenas na configuração do edifício, portanto, enquanto sistema espacial independente.

Combinando a abordagem configuracional na SE à teoria ecológica da percepção e da superfície percorrida de Gibson (1979), sob a premissa do ambiente como um "provedor de possibilidades", Alasdair Turner e Alan Penn (TURNER; PENN, 2002; TURNER, 2003, 2007a; 2007b) introduziram um modelo cognitivo e técnicas de simulação para explicar a interação visual natural entre o indivíduo e o ambiente, centrado em conexões entre locais mutuamente visíveis em uma configuração. A grande vantagem desse modelo, além da representação mais dinâmica se comparada àquelas mais estáticas da SE, seria permitir que um grande número de autômatos fossem programados com as regras criadas (ver páginas 203 e 206) e que, variando certos parâmetros estabelecidos – seleção de destino, campo de visão e passos dados entre os pontos de tomada de decisão –, seria possível gerar níveis de movimento agregados muito semelhantes aos encontrados em um ambiente construído real (TURNER; PENN, 2002).

Tentando descobrir até que ponto poderia usar-se apenas a configuração para explicar o movimento, mas reconhecendo que fatores socioeconômicos afetam o comportamento humano em um nível fundamental, os autores expõem que, quando a modelagem de agentes é feita em ciências sociais, é natural que "pelo menos algum componente deva se basear no conceito do ser/estar racional" (TURNER; PENN, 2002, p.474, tradução nossa), como o de que qualquer atividade humana pode ser considerada como um comportamento de custo e benefício – no caso de uma visita a uma galeria, que permite ganhos quanto à apreciação artística em troca do custo de horas de caminhada.

Visando estender trabalhos anteriores que já haviam pensado na representação de grupos humanos como um sistema de partículas em interação, os autores acrescentam a capacidade de visão aos agentes, para, em seguida, investigarem"esta capacidade como um fenômeno ecológico que leva ao movimento natural, e depois retornar aos fatores socioeconômicos e à física granular para fornecer a estrutura restritiva para os modelos"(TURNER; PENN, 2002,

p.474, tradução nossa), pois essa capacidade de ver possibilitaria um modelo "intuitivamente atraente, embora ainda incompleto, de comportamento do humano-pedestre: o de que o humano move-se em uma direção que lhe fornece o potencial para um possível movimento posterior"(TURNER; PENN, 2002, p. 474, tradução nossa).

Essa noção corresponde aquilo que Gibson (1979) chama de "visão natural", que é entendida como uma combinação de fatores visuais que afetam o comportamento, partindo de duas condições distintas: a de movimento natural, quando, por exemplo, olhamos em volta ou vamos de uma vista à outra, e a de interação natural, quando caminhamos para esta vista ou nos movemos ao seu redor. Ambos os termos se associam à teoria do movimento natural estabelecida por Hillier *et al.* (1995), estudo que mostra que, quanto mais integrada for uma linha de visão (onde ocorreriam os movimentos dos pedestres), mais movimento ali haverá, uma aproximação configuracional que, para Turner e Penn (2002), tem uma relação direta com a noção de superfície caminhável de Gibson (1979), já que ambas – linha de visão e superfície caminhável —- são consideradas provedoras de possibilidades.

Enquanto para Gibson, a superfície transitável permite o movimento, Hillier e Hanson (1984), no livro *The social logic of space*, publicação chave na SE, consideram a linha axial como o principal mecanismo de orientação do comportamento humano. A conexão entre essas duas visões estaria justamente na lógica de que "uma longa linha de visão também apresenta uma grande área de superfície e vice-versa" (TURNER; PENN, 2002, p.480, tradução nossa). Diante dessas ideias, a hipótese que lançam Turner e Penn (2002) é a de que, uma vez envolvido em movimentos naturais, um humano seria guiado rumo à superfície mais acessível e a existência da superfície caminhável seria determinada tipicamente por seu campo visual, o sentido mais facilmente acessado (TURNER; PENN, 2002, p. 480).

O sistema criado pelos autores é chamado de Sistema de Arquitetura Visual Exossomática (EVA), terminologia que deriva do fato da informação que precisa ser introduzida para a percepção da geometria estar fora dos agentes individuais. Para a definição do EVA, com base em estudos precedentes, são importantes dois critérios gerais: o *grid* de 75cm x 75cm (baseado no passo humano adulto de 77 cm de comprimento) usado para o grafo de visibilidade e o ritmo da caminhada de um passo (um quadrado do *grid*) a cada meio segundo, com oscilações nessa velocidade sendo ignoradas, principalmente porque o modelo será testado em uma galeria (TURNER; PENN, 2002, p.481).

Quanto às regras implantadas no sistema (ver a subseção 4.2.1 para um maior detalhamento destas regras), as principais são: dois agentes não podem estar simultaneamente no mesmo local; quando tenta dar um passo para o lado para evitar um obstáculo, o agente escolherá para que lado virar aleatoriamente e quando não puder dar um passo lateral, desistirá e também escolherá aleatoriamente um novo destino em qualquer local do seu campo de visão de 360 o. Quanto aos parâmetros ajustáveis, tem-se aqueles globais (duração ou *timesteps*; quando, onde e quantos agentes são liberados no sistema) e os dos agentes em si (campo de visão e o número de passos que dão antes de mudar de direção). A aplicação do método EVA na Tate Britain Gallery, justifica-se por ser uma galeria com bastante dados sobre observação de visitantes disponíveis, sobretudo em Hillier *et al.* (1996).

No teste foram estabelecidas algumas variáveis: número de passos *n* (cada agente removido após 1800 *timesteps*) e campo de visão v (caixas ou *bins*, convertidos em um ângulo α), com agentes liberados na entrada principal da galeria na mesma taxa de entrada de visitantes reais. Foram registradas as trilhas dos percursos dos agentes ao lado dos percursos de visitantes seguidos por 10 minutos após a entrada. Considerando os níveis de movimento por sala, os mais efetivos para testar o modelo, foram contadas entradas e saídas das 54 salas e corredores no térreo, e calculadas duas medidas extras, a cobertura total e a isovista cumulativa. A primeira é a quantidade de salas visitadas pelo menos por um agente, que possibilita a correlação entre o movimento observado (por Hillier *et al.*, 1996) e o da simulação. A segunda corresponde à fração média da área do espaço vista por um agente com uma visão de 360º (ver Figura 248).

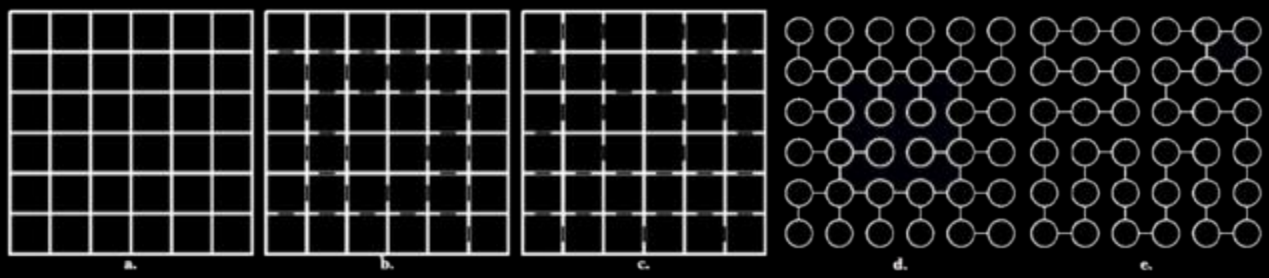
Ao contrário da simulação de partículas, que considera unidades relativamente homogêneas (partículas de gás idealizadas ou simulações de dinâmica molecular das moléculas individuais e suas interações), como comentado na introdução, as simulações de agentes geralmente consideram a gama de diversidade em uma população, incorporando características de comportamento que podem variar em extensão e sofisticação (MACAL; NORTH, 2010). Turner e Penn (2002), usando agentes caracterizados pela heterogeneidade, juntamente com dois tipos extra (agentes sem visão e agentes de partículas), fizeram testes que envolveram 10.000 movimentos para cada agente, liberados no sistema cada um por vez a partir da entrada na Tate Britain Gallery, mesmo ponto de partida adotado no estudo de Hillier *et al.* (1996).

A primeira conclusão a que chegaram foi a de que a melhor combinação de parâmetros seria a média de 3 passos com um campo de visão de 170º, levando a um alto coeficiente de correlação (0,76) entre o movimento humano e o simulado, sugerindo que qualquer modelo completo de movimento de pedestres deve incluir um conjunto de regras de movimento natural. Outra foi a de que os agentes sem visão não teriam a mesma performance, pois não escolheriam um local visível aleatoriamente, e sim pela direção aleatória, o que levou a correlação a baixar (0,40). Outra descoberta foi a confirmação de que agentes EVA têm maior chance de se mover rumo à superfície caminhável mais alta, obtendo melhor performance na reprodução do comportamento agregado humano-pedestre. Por fim, reconhecendo os limites do quanto pode ser explicado sobre o comportamento usando métodos aleatórios (em um edifício público, onde este tipo de comportamento é esperado), "gerar grande parte do comportamento humano-pedestre a partir de um conjunto limitado de regras" (TURNER; PENN, 2002, p. 487).

Os experimentos com possibilidades de leiautes progressivos que apresentaremos a seguir, empiricamente criados com base nas precedências que estabelecemos –matriz espacial, galerias históricas e dois exemplos de galerias modernas –, estariam inclusos naquilo que Hillier (1996) chama de teoria da forma arquitetônica, se os entendemos como resultado de prescrições restritivas e estruturantes e não apenas de princípios combinatórios neles mesmos. Admitindo que "a configuração tem prioridade sobre as propriedades intrínsecas do elemento espacial em relacionar forma à função"

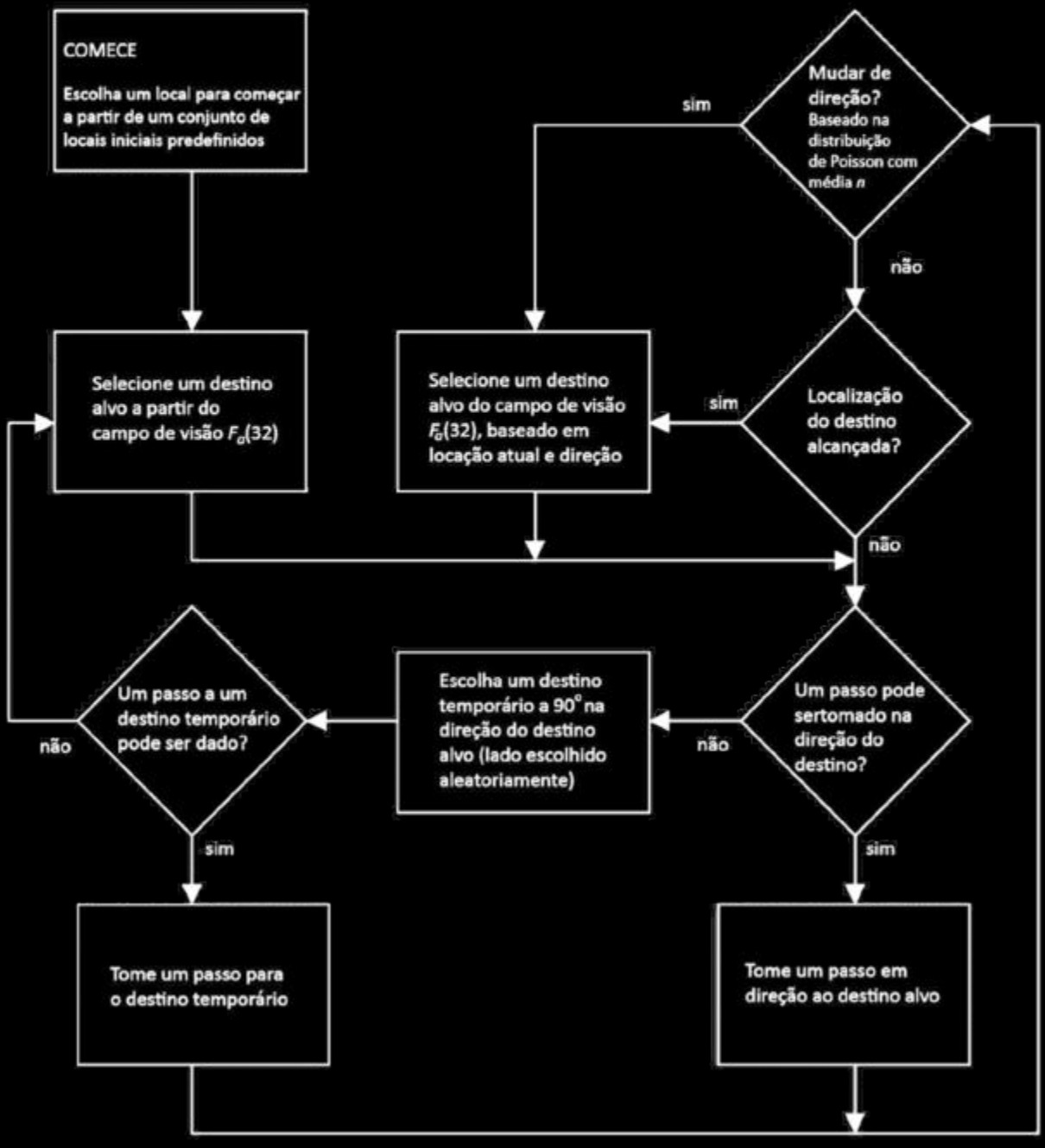
(HILLIER, 1996 , p. 221, tradução nossa), como veremos, o que será feito é inscrever diferentes permeabilidades a um sistema inicial mínimo, de permeabilidade única, que denominamos de galeria progressiva pura, a partir da qual, com um léxico reduzido que inclui alterações de suas barreiras ou adição de novas células, o sistema inicial converte-se em complexos cujas diferenças funcionais podem caracterizar as propriedades ali manifestadas, concorrendo para os tipos de progressividade que se desenvolvem nessas espacialidades.

Figura 247: Complexo-a e complexo-p (diagramas “b” a “e”).



Fonte: (HILLIER, 1996, p. 218. (edição nossa))

Figura 248: O processo do agente autômato segundo o Sistema de Arquitetura Visual Exossomática (EVA).



Fonte: (TURNER e PENN, 2002, p.48 (edição nossa))

5.2 Parâmetros para o Design das Variações

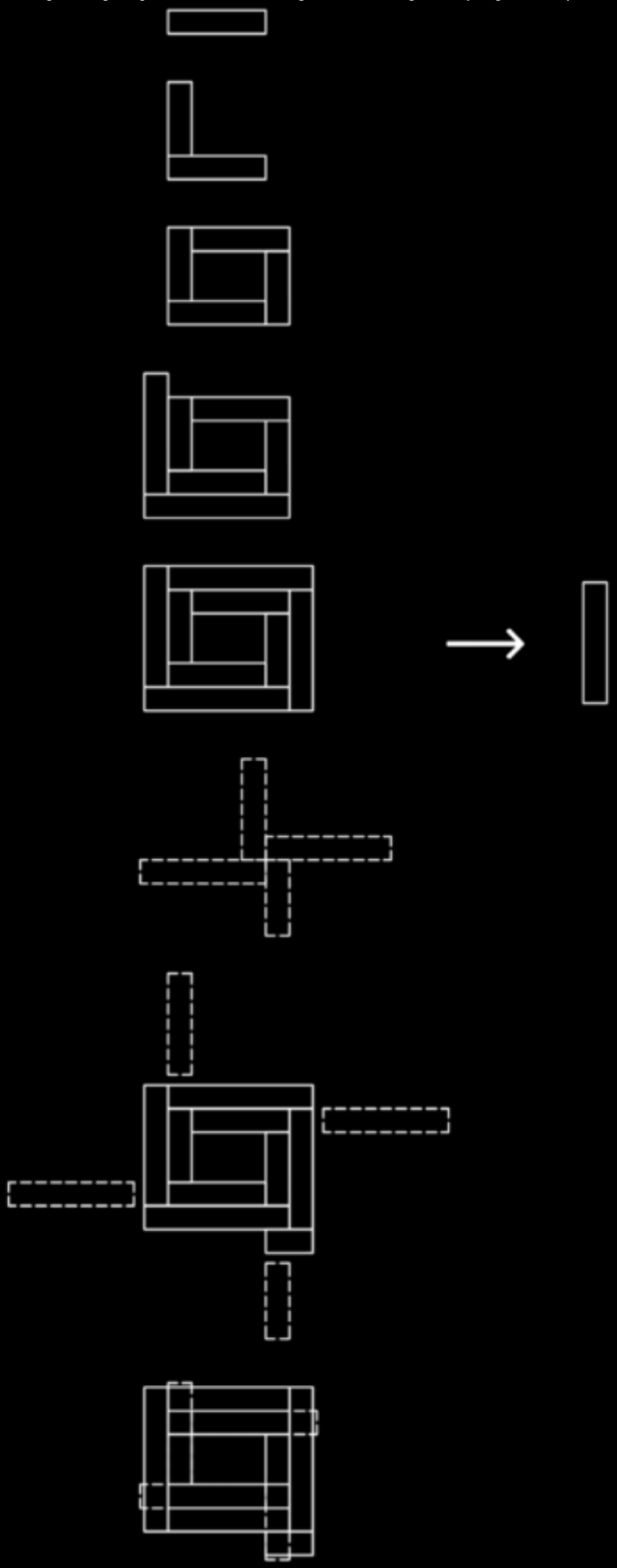
O desenho do leiaute espacial das variações aqui apresentadas parte de parâmetros métricos, de observações e de análise das configurações do MG e do MCI, que, por sua vez, compartilham de algumas propriedades das GPs antigas. Os leiautes criados derivam de um estágio de progressão que chamamos de "puro", como o modelo hipotético inicial discutido no capítulo 2: uma galeria com apenas um espaço convexo retangular, que é uniaxial, ou seja, é passível de ser percorrida através de uma única linha axial que a perpassa de uma extremidade à outra. Quanto a sua geometria, essa galeria traduz-se em um plano medindo 7m de largura e 49m de comprimento, de estreita relação com a planta e com as galerias longilíneas do MCI (7m L x 42m C), além de se aproximar da largura média das galerias helicoidais no MG (de 4.8m a 9.5m), cujo comprimento (em volta completa na rotunda) é 8 vezes a largura e, no MCI, 6 vezes (ver Figuras 249 e 250).

A proporção longilínea do espaço também remete às GPs incipientes, como o Antiquarium (G. Strada, 1569-71) e a Sabbioneta (V. Scamozzi, 1583-90). Na primeira, o comprimento é 5 vezes maior do que a largura, enquanto na segunda, a relação é ainda mais dramática, com quase 86m de extensão e cerca de 5m de largura. Esse também é o caso da Grande Galerie do Louvre (1793), cujas proporções acentuam a conformação longilínea do espaço, com comprimento maior que 20 vezes a sua largura. Espacialidade semelhante ocorre em museus públicos seminais, que têm pelo menos uma GP como espaço estruturante, como a Glyptothek (1815-30), a Alte Pinakothek (1823-36) e o Altes Museum (1823-30), cujas relações entre largura x comprimento são, respectivamente, 4, 3 e 7 vezes (Figura 251).

Com base nos exemplos estudados, considera-se um espaço expositivo estreito e comprido uma condição básica para a configuração de uma galeria progressiva, que associamos ao tipo "em linha reta ou túnel abobadado", conforme Sutton (2000, p. 19) e a classificação que fizemos no capítulo 2 (dos três tipos de GP: em linha reta, radial e híbrida). Essa configuração, nos casos históricos, apenas por apresentar obras e artefatos expostos em suas paredes longitudinais, muitas vezes em nichos de pouca profundidade e sem nenhum outro recurso visual além de sua própria geometria, tinha um potencial de induzir a um percurso sequenciado contínuo ininterrupto, ou como coloca Tzortzi (2015), com uma sequência única de espaços.

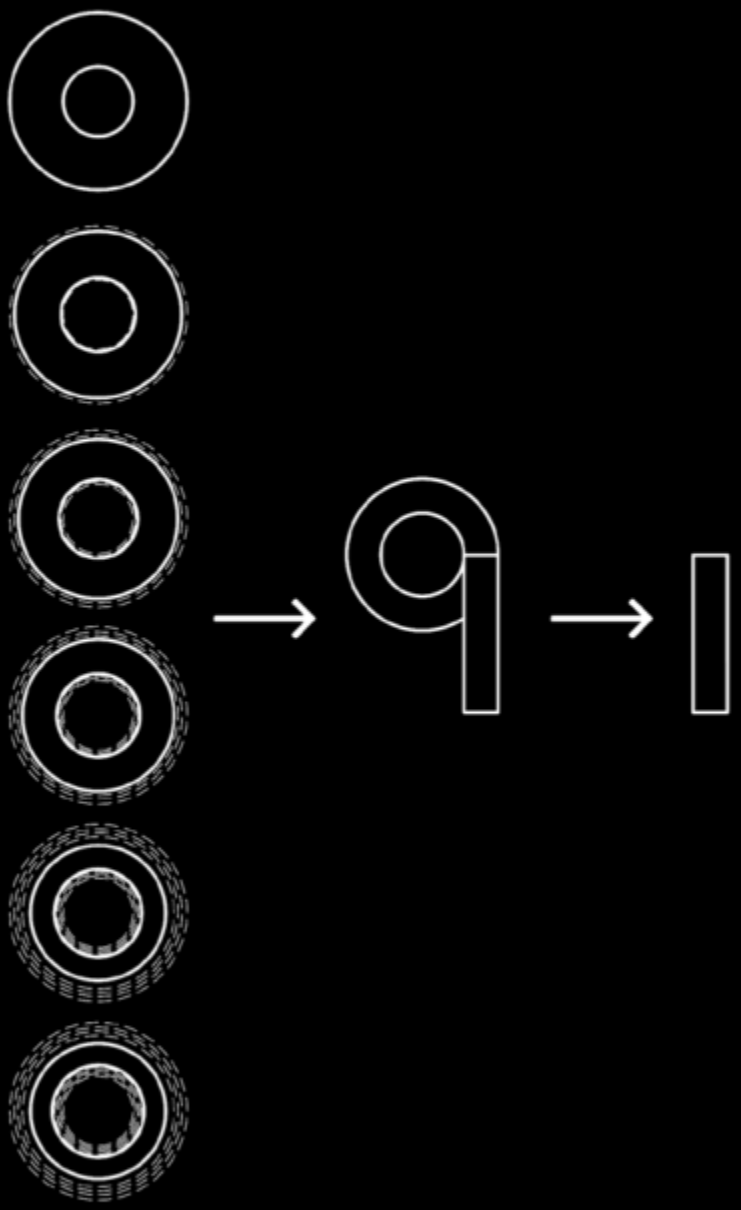
A ideia tem rebatimento no que defende Hillier (2003) sobre espaços lineares, considerados interessantes porque constituem uma forma predominantemente alongada, que aumenta o foco da visão, e esta consegue cobrir uma distância maior – como em GPs analisadas –, reforçando a indução de rotas mais contínuas. Estudos na SE apontam que cidades e edifícios, do ponto de vista da experiência, são estruturados para tornar "o movimento físico de corpos eficiente e inteligível a mentes [...]" (HILLIER, 2003, p. 06.2 , tradução nossa), e que cidades são sobre movimento e que a visão também guia o movimento . O conceito de inteligibilidade sintática (R2) é construído com base nessa relação, levando a uma condição de facilidade ou dificuldade na maneira como entendemos a forma de um espaço a partir da visão que temos, uma a uma, de uma parte desse espaço quando ali nos movemos (ver Figura 252).

Figura 249: Diagrama geração da forma MCI e geometria da galeria progressiva pura.



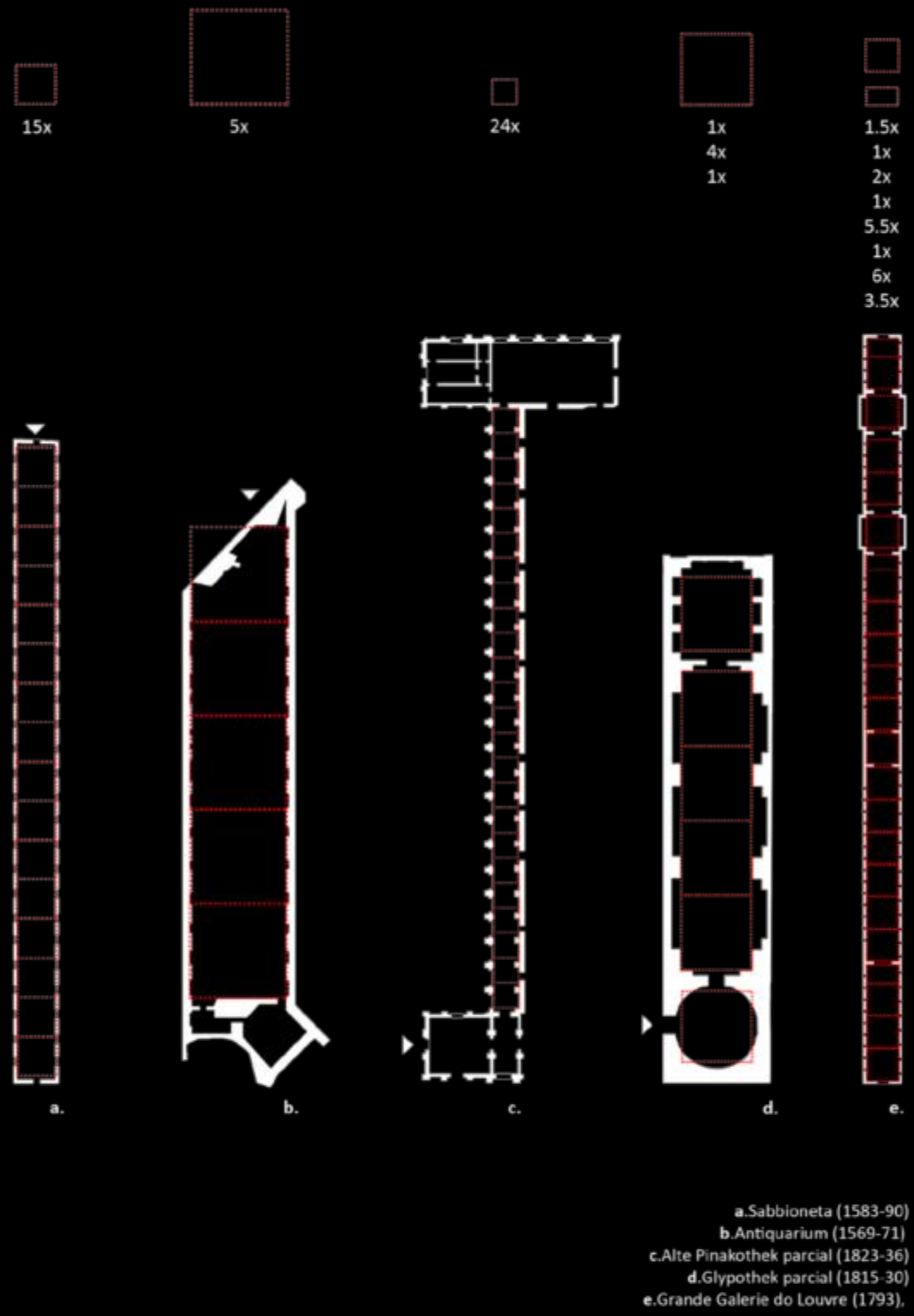
Fonte: o autor.

Figura 250: Diagrama geração da forma MG e geometria da galeria progressiva pura.



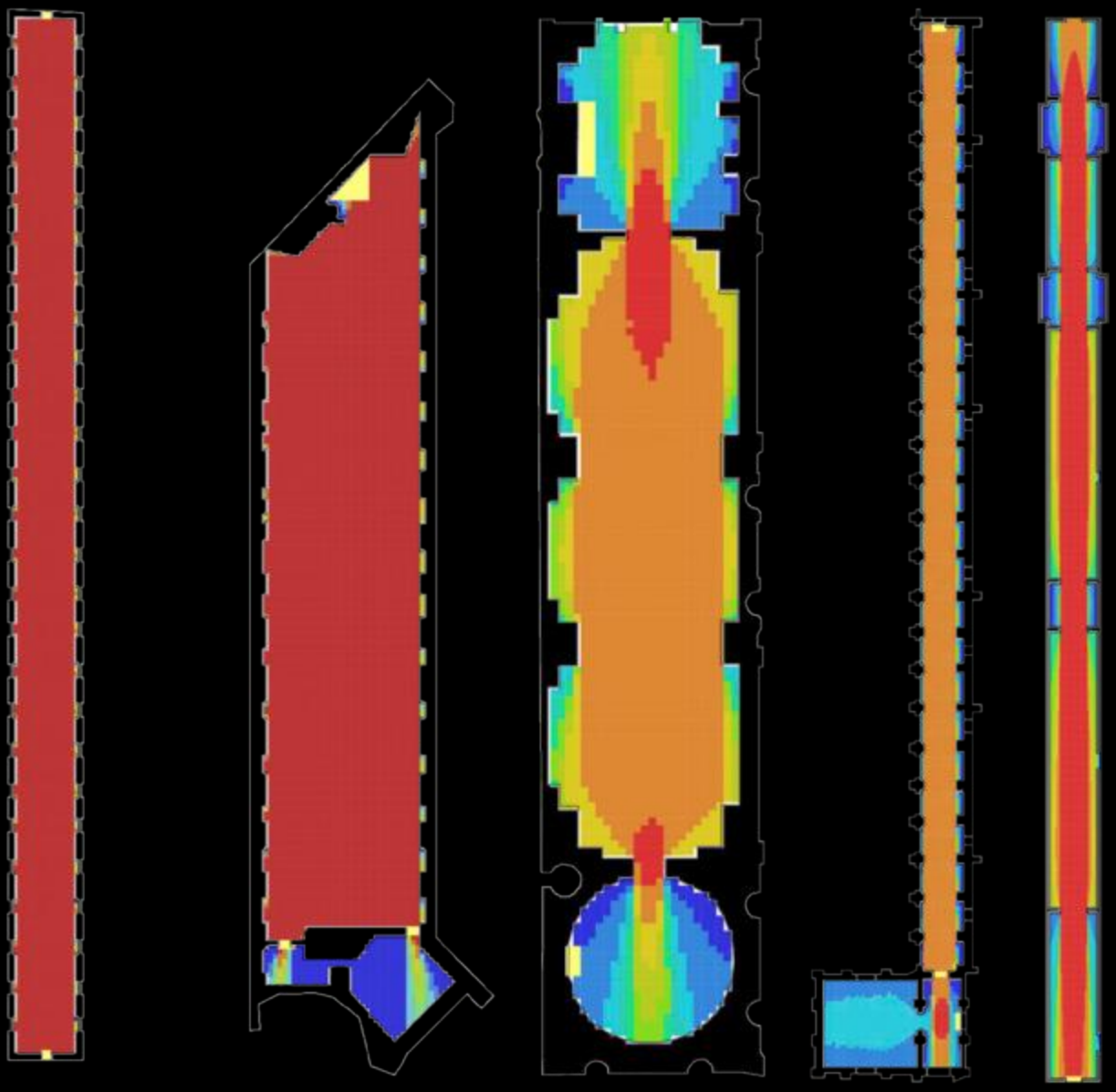
Fonte: o autor.

Figura 251: Galerias progressivas históricas com sequência única de espaços.



Fonte: o autor.

Figura 252: Mapas VGA de galerias progressivas seminais.



Fonte: o autor.

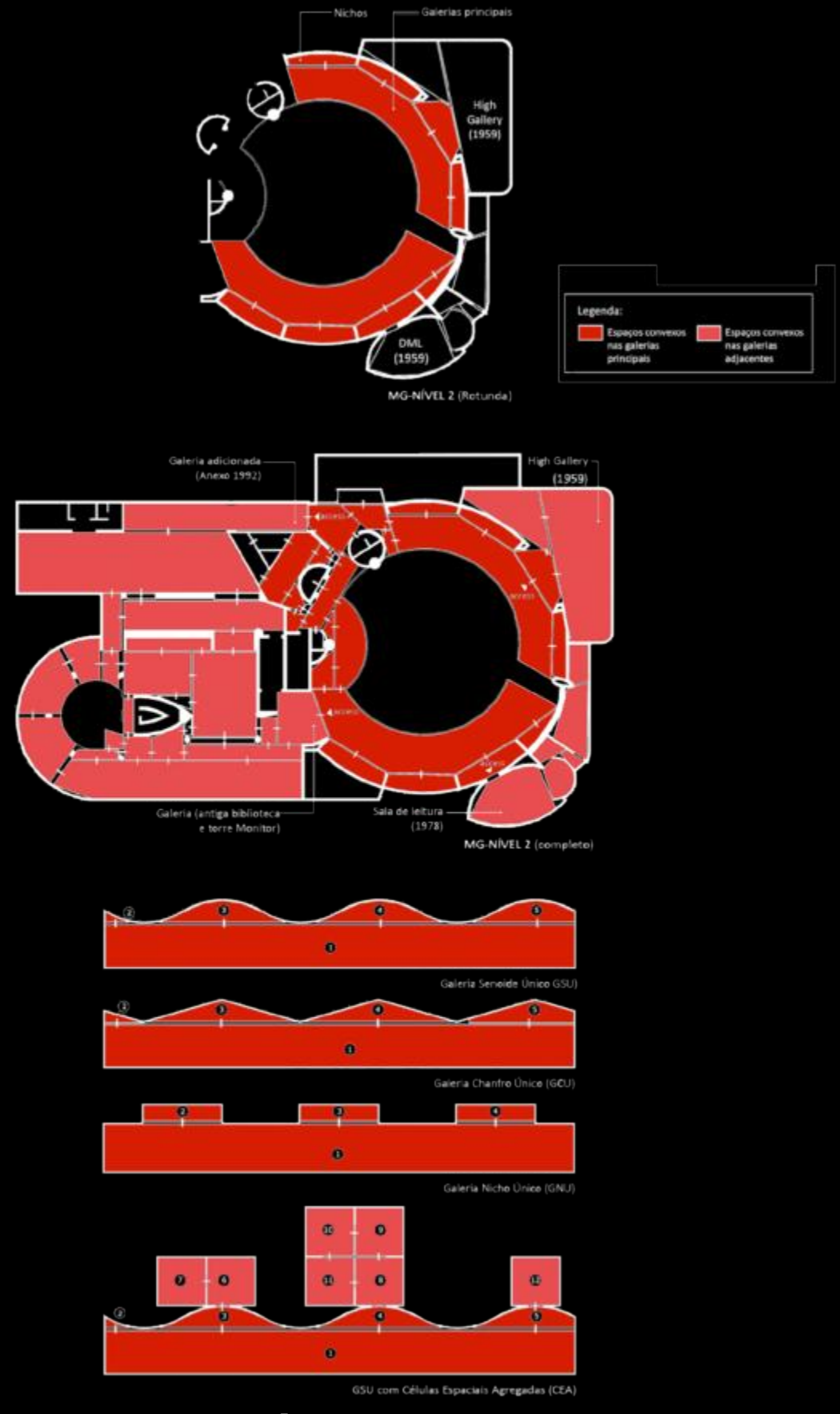
Mantendo sempre a largura mínima de 7m livre de barreiras, a primeira alteração da matriz pura dá-se pela transformação de suas paredes longitudinais, originalmente retilíneas, em senoides (S). Em seguida, esses contornos tornam-se linhas chanfradas (C), formando cavidades de forma triangular, e, na sequência, são modificadas para gerar nichos ortogonais (N). Vale salientar que o processo de deformação da galeria pura inicia-se por meio da ondulação das superfícies, que são convertidas em senoides, forma que, em si, não ocorre nas galerias estudadas, mas relaciona-se às cavidades dispostas como coroas parciais de círculo ao longo das galerias da rampa do MG. A partir dessa primeira alteração, teríamos, então, um processo de alteração que culmina com os nichos, tipo de cavidade mais comumente encontrado em diversas das galerias estudadas.

A presença de nichos, mais ou menos profundos, como espaços para expor objetos é comum nas galerias estudadas. No MG, à medida que pavimentos superiores se desenvolvem, dando suporte à seção em zigurate invertido, o comprimento dos pilares aumenta, gerando nichos mais profundos, que, conforme observamos, afeta o tempo de interesse dos visitantes nas obras de arte, já que tendem a permanecer mais tempo diante de peças localizadas em nichos mais profundos. Nichos também estão presentes em precoces exemplares de galerias progressivas, como o Antiquarium (1569-71), a Sabbioneta (1583-90), o Museo Pio-Clementino (1773) e o museu concebido por Jean-Nicolas-Louis Durand (1802-09).

Para cada um destes estágios de mutação (S, C e N) são elaboradas três configurações: única, dupla simétrica e dupla assimétrica. Estas referem-se à presença da superfície de parede deformada em apenas um dos lados da galeria (U), dois de seus lados em arranjo simétrica (DS), e em ambas as faces com espelhamento assimétrico (DA), visando interromper a linha axial única que corta o espaço da galeria. Além desses níveis iniciais de transformação, semelhante ao que ocorre nas galerias do MG, nos níveis 03 a 06, onde as baías adquirem maior profundidade à medida que o pavimento é mais alto, as senoides, chanfros e nichos em questão dispõem de cavidades que variam entre rasa (2.33m), média (3.75m) e profunda (5.83m). O sistema multiconvexo proposto é semelhante às galerias de Wright (ver Figuras 253 e 254) e seus nichos nas paredes curvas para exibir pinturas, aspecto defendido de modo enfático pelo arquiteto, em 1958:

> [...] as imagens não devem ser vistas como se fossem pintadas na parede atrás delas. Suavemente inclinadas, levemente voltadas para cima, para o espectador e para a luz, de acordo com a deriva descendente da espiral, as próprias pinturas são enfatizadas em si mesmas e não pendem "quadradas", mas graciosamente cedem ao movimento estabelecido por essas massivas paredes levemente curvadas (PFEIFFER, 1994 , p.7, tradução nossa).

Figura 253: Relação entre leiautes criados e aqueles do Solomon R. Guggenheim Museum.



Fonte: o autor.

Figura 254: Mosaico com espaços adjacentes às galerias da rampa no MG - sala de leitura acrescida em 1978 (acima), galeria anexa em 1992 (ao centro), galeria na antiga biblioteca e High Gallery (abaixo).



Fonte: o autor.

Nas geometrias não simétricas, as paredes são ainda deslocadas longitudinalmente, numa configuração quasi labiríntica, condição semelhante (em menor grau) ao que ocorre no corredor de acesso do térreo do MCI, que leva os visitantes ao átrio sem deixar que saibam o que estão prestes a encontrar e (em maior grau) as suas galerias superiores, quando, à parte os recortes nas paredes, também não se pode encontrar visualmente o que está por vir. Nas galerias senoide duplo assimétrica (SDA) e chanfro duplo assimétrica (CDA) esse efeito é obtido quando a parede inferior é deslocada 1/4 do comprimento do chanfro (para a esquerda da planta), já na galeria nicho duplo assimétrica (NDA), o deslocamento é de 1/2 desse vão. Foram feitas ainda três variações extras do tipo nicho, nas quais estes são mais largos e menos espaçados entre si, denominadas de cavidade contínua dupla (GCCD), semelhante às reentrâncias na rampa do MG, separadas apenas pela espessura dos pilares (ver Figura 255).

Em termos de entendimento sintático, com essas mutações, as amplitudes das senoides e profundidades de chanfros e nichos, juntamente com o deslocamento longitudinal de paredes que os carregam, fazem emergir espaços convexos adjacentes à galeria principal, anteriormente pura, uniconvexa e uniaxial. Acrescida dessas cavidades, a galeria principal pode tornar-se biaxial, configurando um sistema espacial mais intrincado, que permite maior variação de campos visuais e rotas. Os experimentos foram feitos em um sistema relativamente pequeno e, por essa razão, as probabilidades de alterações configuracionais profundas nesse complexo são menores, porém, espera-se que seja significativa, como será demonstrado nas análises que apresentaremos a seguir.

Leiautes mais complexos sucedem às configurações acima descritas, passando a incluir galerias de 5m x 5m, nomeadas células espaciais agregadas (CEA), disposição que se assemelha ao sistema espacial observado no GM. Em se tratando de relações de adjacências às galerias helicoidais, Frank Lloyd Wright pensou em um local específico, que chamou de *High Gallery,* um espaço de pé direito duplo, acessado logo após a subida da rampa que conecta o térreo ao primeiro nível. A ideia do arquiteto era assegurar um fluxo contínuo ao longo da espiral, evitando interromper o que chamou de "deriva descendente" (PFEIFFER, 1994, p. 7, tradução nossa).

Os demais espaços expositivos, hoje acessados pelas galerias helicoidais, foram frutos de modificações sucessivas ao projeto originando piso, que separava o monitor das galerias, passou a abrigar espaço expositivo para a coleção Thannhauser, incorporada ao museu em 1965. No mesmo piso que essa coleção, um antigo depósito para material de limpeza converteu-se no The Aye Simon Reading Room, uma sala de leitura sobre o acervo e história do museu, projetada por Richard Meier, em 1978. E, finalmente, foram acrescentadas as novas galerias ao norte da planta original do edifício, resultado do anexo projetado por Gwathmey Siegel e Associate Architects, em 1992 (ROLIM; LUIZ E CASTRO, 2017). Como vimos no terceiro capítulo, essas transformações, sobretudo as ocorridas na década de 1990, conduziram a experiências espaciais distintas: aquela nas galerias principais da rotunda, espaço progressivo por excelência; e a outra nas galerias agregadas, salas justapostas que oferecem possibilidades não sequenciadas de rotas.

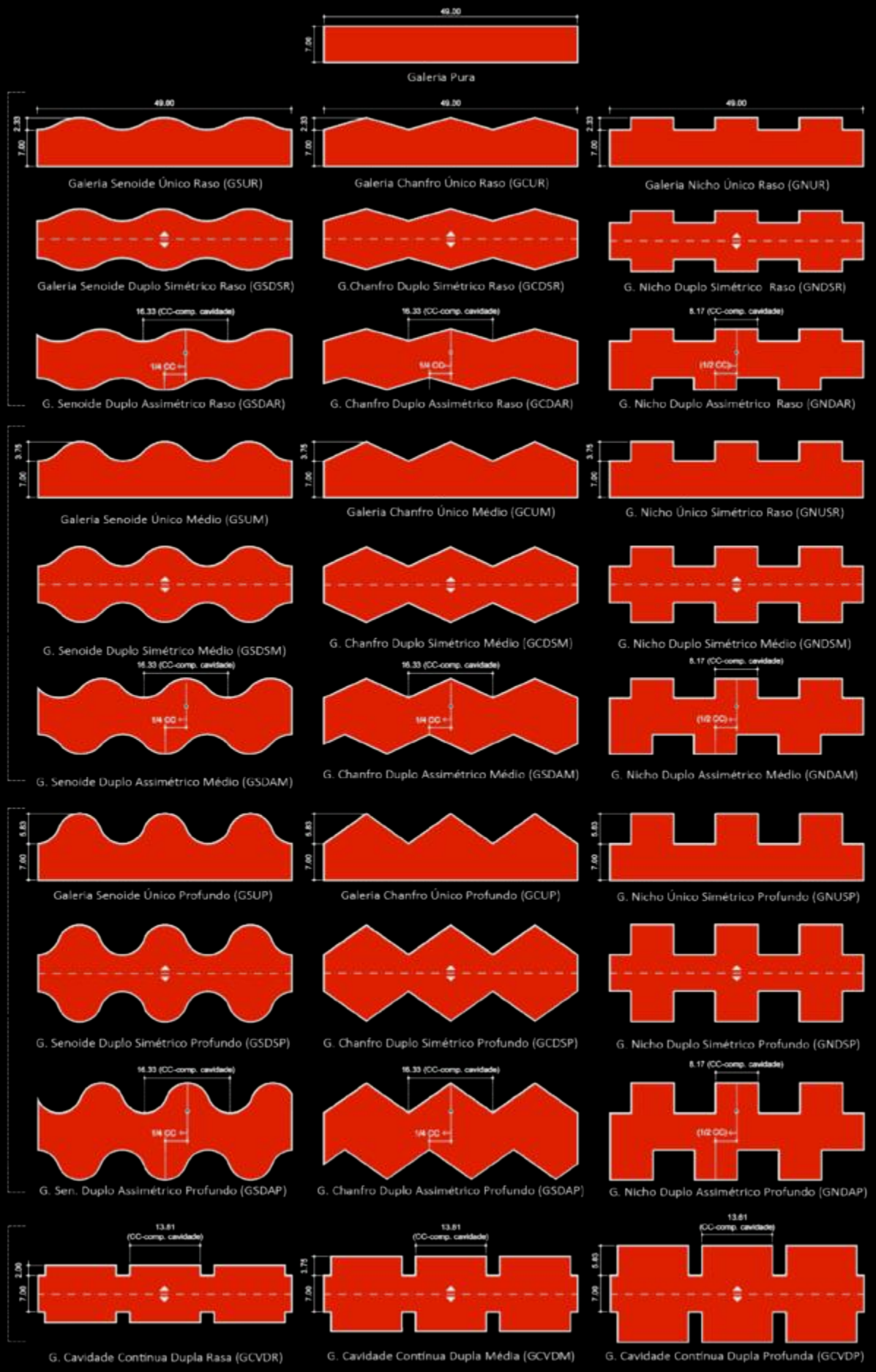
Nos leiautes hipotéticos criados, as CEA são conectadas por passagens de 1,5m de largura, conformando um sistema espacial alternativo, paralelo à galeria progressiva principal, cujas dimensões básicas (7m x 49m) são mantidas. Mesmo com o acréscimo desses espaços, a intenção foi manter a forma inicial da galeria principal, semelhante ao que ocorreu no MG, quando foram introduzidas aberturas nas galerias da rampa para espaços adjacentes. O número de conexões entre essas células adicionadas varia, configurando sistemas mais ou menos complexos, com espaços do tipo "a", "b", "c" ou "d", os quais, segundo Hillier (1996), representam, respectivamente: aqueles sem saída; os que são conectados a mais de um espaço sem pertencer a nenhum anel de circulação; aqueles que pertencem a apenas um desses elos; ou, por último, os que estão em mais de um desses círculos. Dentre essas variações, foram selecionadas algumas para serem analisadas na seção a seguir, de acordo com o sistema de permeabilidades entre os aglomerados de células: isolados entre si, parcialmente conectados e totalmente conectados (ver Figuras 256 e 257).

Quanto ao acesso, opta-se por manter a entrada localizada prioritariamente no lado esquerdo das plantas, conduzindo diretamente à galeria principal, configurando uma condição muito semelhante ao átrio no térreo do MG, situado em uma posição muito rasa do sistema espacial. A locação de acessos nas extremidades é uma situação comum às galerias progressivas antigas, como no Antiquarium (1569-71), na Sabbioneta (1583-90), e aos pisos térreos do MG e do MCI.

Em suma, a lógica que rege as variações espaciais propostas é simples: uma disposição puramente progressiva (com espaço uniaxial, uniconvexo, permitindo um amplo campo visual) ganha espaços diretamente adjacentes a ela e é alterada transversalmente (deformação das paredes limitantes) e longitudinalmente (paredes deslocadas), o que transforma a configuração em um sistema espacial multiconvexo. O deslocamento longitudinal e rebatimento assimétrico das cavidades formam uma espécie de quasi labirinto, ou seja, uma galeria que nem sempre pode ser atravessada por uma única linha axial, e as informações visuais sobre os espaços adjacentes tornam-se menos disponíveis, impedindo que o campo visual dos visitantes revele totalmente o que está por vir. Isso faria com que esses visitantes não pudessem explorar o edifício peripateticamente, ou seja, em um circuito de movimento que lhes ofertassem "ângulos de apreciação da forma arquitetônica, do *continuum* espacial e da integração visual" do espaço (AMORIM 2012, p.35), possíveis potencializadores da apreciação e compreensão lógica da galeria. Esses espaços adjacentes, aos poucos, ampliariam a multiconvexidade dos sistemas, que se tornariam mais herméticos, ganhando uma rede de espaços mais ou menos articulados entre si (como na SP) até formarem um sistema paralelo ao da galeria principal.

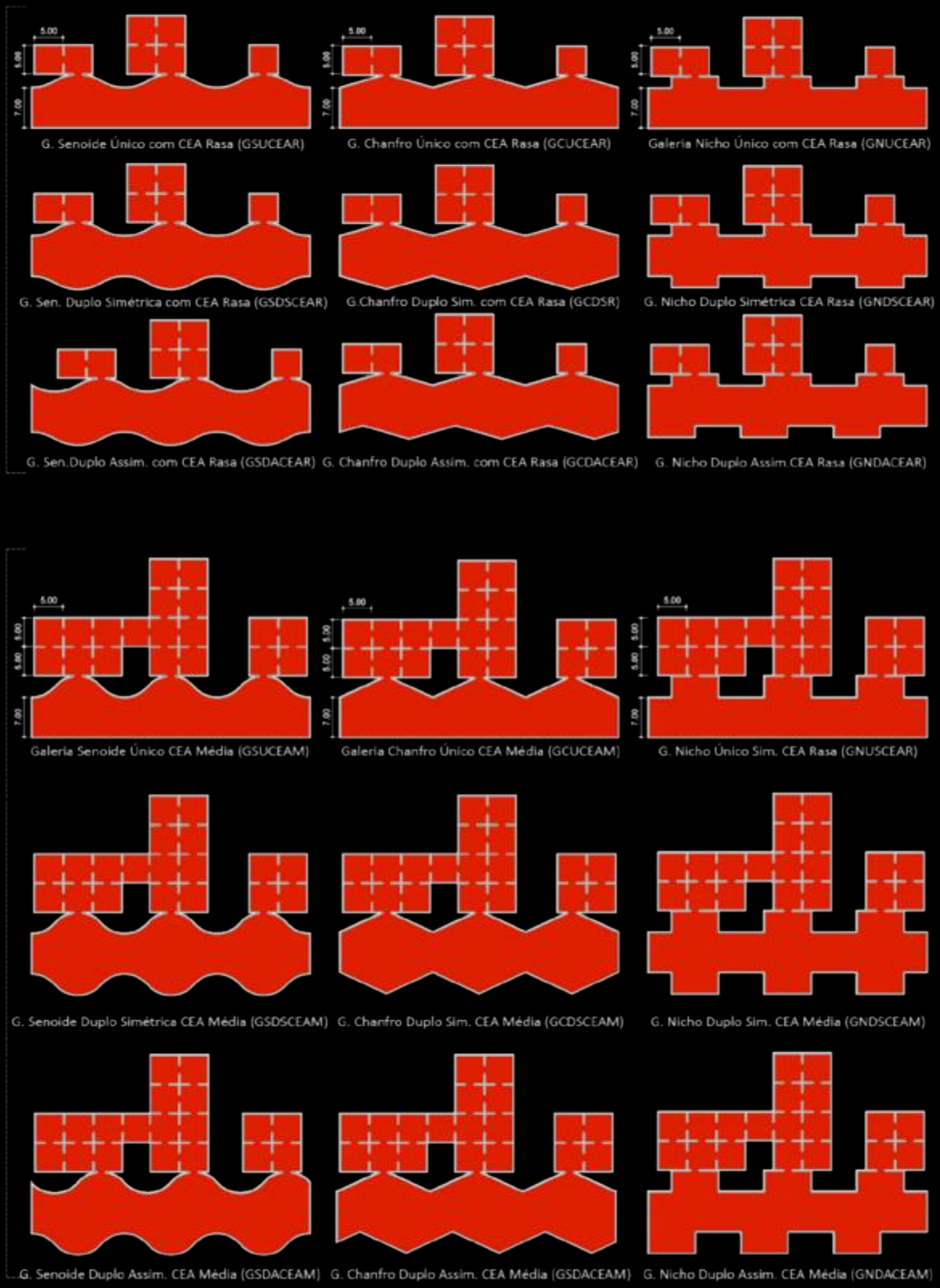
Na seção a seguir, algumas das variações que julgamos representativas das condições configuracionais típicas serão aferidas por meio das ferramentas da SE, conforme utilizadas anteriormente para as galerias históricas e os dois casos modernos estudados. O intuito é obter mapas sintáticos e dados relativos às propriedades espaciais essenciais para que possamos comparar essas configurações entre si, gerando as bases para que, ao final do capítulo, estas sejam discutidas face à matriz espacial da GP e aos dois museus investigados.

Figura 255: A GP pura e suas mutações senoide, chanfro, nicho e cavidade contínua.



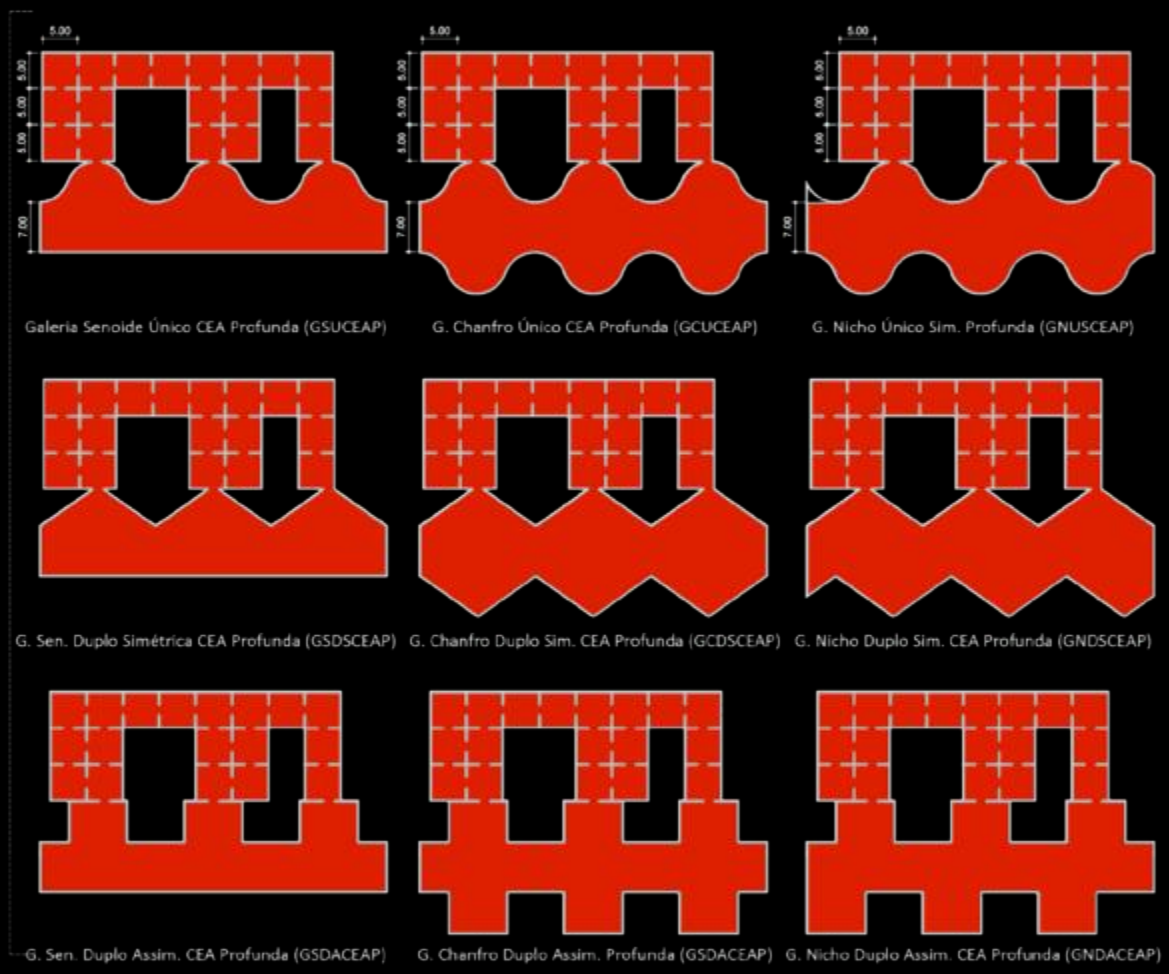
Fonte: o autor.

Figura 256: Galerias senoide, chanfro e nicho com células espaciais agregadas, rasas e médias.



Fonte: o autor.

Figura 257: Galerias senoide, chanfro e nicho com células espaciais agregadas, rasas e médias.



Fonte: o autor.

5.3 A Sintaxe Espacial das Variações

> *"À medida que o olho é atraído por eixos enfileirados, o corpo segue o curso desses mesmos eixos"*
> (PSARRA, 2018, p.204, tradução nossa)

O objetivo das análises a serem desenvolvidas é aferir aspectos configuracionais que possam esclarecer acerca das relações entre os arranjos espaciais elaborados, a partir da premissa de serem galerias sequenciais, e a maneira como pessoas nesses se movimentariam para explorá-los, se estes seriam mais ou menos inteligíveis à navegação e se certas configurações poderiam melhor potencializar seu caráter enquanto espaço social.

Interessa a esta investigação, especificamente, entender como um conjunto de transformações sucessivas em uma galeria progressiva inicialmente pura afetaria o grau de progressividade nas estruturas espaciais, considerando que, no nível puro, esse grau seja máximo. Em outras palavras, a intenção é o observar o grau de progressividade das galerias ou em que medida sua condição progressiva se manteria ou se alteraria quando seu grau de hibridismo aumenta – hibridismo aqui entendido como um estágio puro que vai, aos poucos, adquirindo algumas características do esquema sala de período (SP).

Como mostramos na seção anterior, mantendo-se constante as dimensões da galeria principal (7m L x 49m P), o sistema inicial da GP pura sofre transformações aditivas e de trasladação, processadas em quatro níveis principais: alterações em uma das barreiras limitantes, de retilínea à senoidal, ou é chanfrada ou, por último passa a abrigar nichos ortogonais, cavidades estas que variam entre rasas, de média profundidade e profundas; repetição do processo na outra barreira, paralela à primeira, conformando duplicação das superfícies com reentrâncias; trasladação de uma das barreiras deformadas; e, por fim, o sistema de permeabilidades torna-se mais intrincado com a introdução de células espaciais agregadas (CEAs), adjacentes à primeira barreira deformada, em arranjos que variam de menos a mais complexo conforme as permeabilidades intracélulas e com a galeria principal são estabelecidas.

As subseções a seguir são estruturadas em três partes relativas à análise sintática das galerias: espaços convexos, linhais axiais, visibilidade e agentes . A análise convexa relaciona-se à aferição de cinco medidas sintáticas nas 54 galerias criadas: conectividade relativa (RC), profundidade média (MD), grau de conectividade, integração (HH), inteligibilidade (R2) e conectividade visual por convexos (CVC). Na análise de visibilidade, os focos são as medidas de integração visual e conectividade visual (CV). Na análise de agentes, serão analisados padrões de movimento com base na densidade de fluxo em portões e percursos, usando parâmetros que derivam dos resultados dos percursos de pessoas em algumas das galerias ambientadas em RV. Na análise axial, interessam as possibilidades de principais fluxos de movimento, que podem ser analisados face ao movimento de agentes e pessoas. A partir da aferição e da análise dos resultados, pretende-se discutir os aspectos supracitados (relação entre arranjos espaciais e a condição de galeria sequencial

progressiva; padrões de movimento de visitantes; inteligibilidade das galerias; e seu potencial enquanto espaço social), com enfoque na avaliação do grau de progressividade nas galerias.

5.3.1 Sobre espaços convexos e progressividade

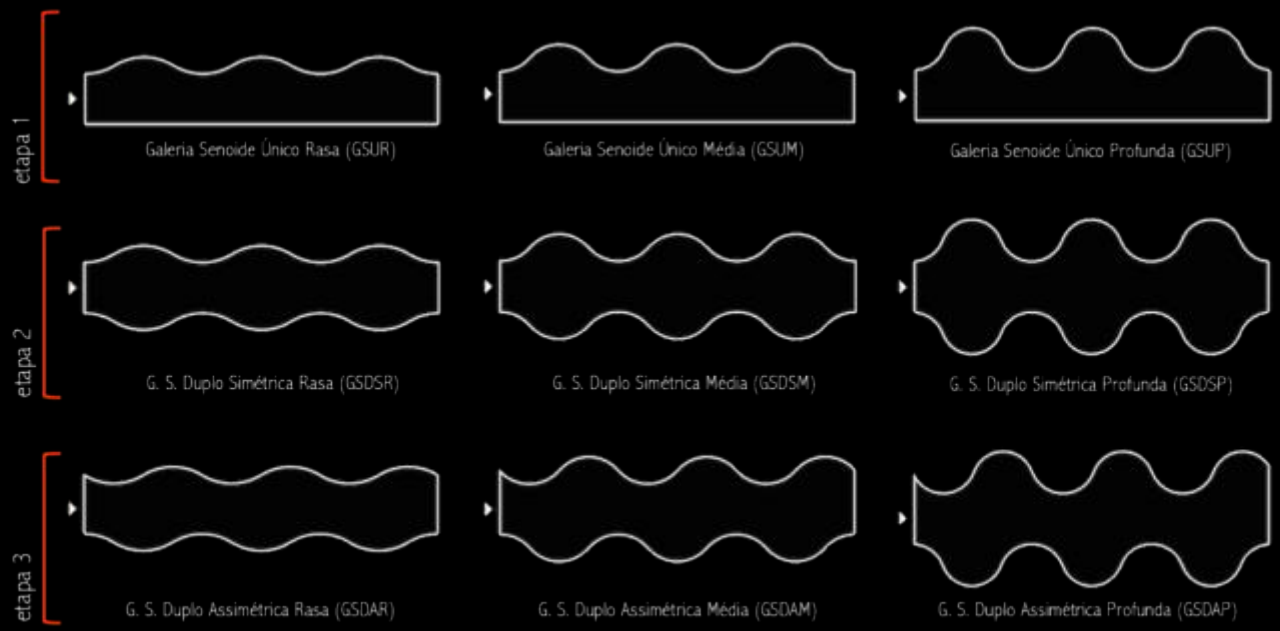
As três primeiras etapas de transformação das galerias sem CEA são particularmente muito controladas. Na primeira, reentrâncias rasas, médias e profundas, e de mesmo comprimento são adicionadas paulatinamente à galeria principal, um espaço longilíneo central, herdado do estágio progressivo puro. Em consequência, os leiautes são marcados por um maior grau de conectividade em seu centro, já que todos os demais espaços adjacentes (cavidades) se conectam a esse espaço central, sem que se conectem entre si. Após as variações na profundidade das cavidades, tem-se a deformação das barreiras limítrofes (de senoides a nichos) e, por fim, a trasladação destas, que resulta em disposição assimétrica (ver Figura 258).

Aproximando-se da relação entre as galerias e seus nichos na rampa do MG, a intenção dessas etapas iniciais é aferir em que medida a forma e o posicionamento das cavidades geradas nas barreiras delimitantes das galerias (que, de outra forma, permaneceriam em seu estado progressivo puro – um espaço uniconvexo, uniaxial e de permeabilidade única) alteraria os padrões de movimento e visão dos usuários.

As demais etapas (4 a 6) consistem em alterações por processo aditivo de CEAs às configurações das três etapas iniciais, conformando leiautes mais complexos, que remontam, primeiro, à relação entre a High Gallery e as galerias da rampa no MG, que se dá nas variações com CEA rasas, nas quais essas células conectam-se apenas à galeria principal, mas não entre si. Na etapa seguinte, nas galerias com CEA médias, essas células continuam conectadas à galeria principal, mas passam a se interconectar parcialmente. Por fim, remontando ao anel existente no MG (após a reforma na década de 1990) entre galerias da rampa e os espaços expositivos do anexo (1992), entre estes e a coleção Thannhauser (1965) e desta de volta à rampa, nas galerias com ,CEA profundas, essas células, além de se conectarem à galeria principal, passam a ser mais interconectadas, como acontece no museu. Nessa última etapa, chega-se, então, a formar uma galeria progressiva paralela à inicial – sequência de espaços *enfilade*.

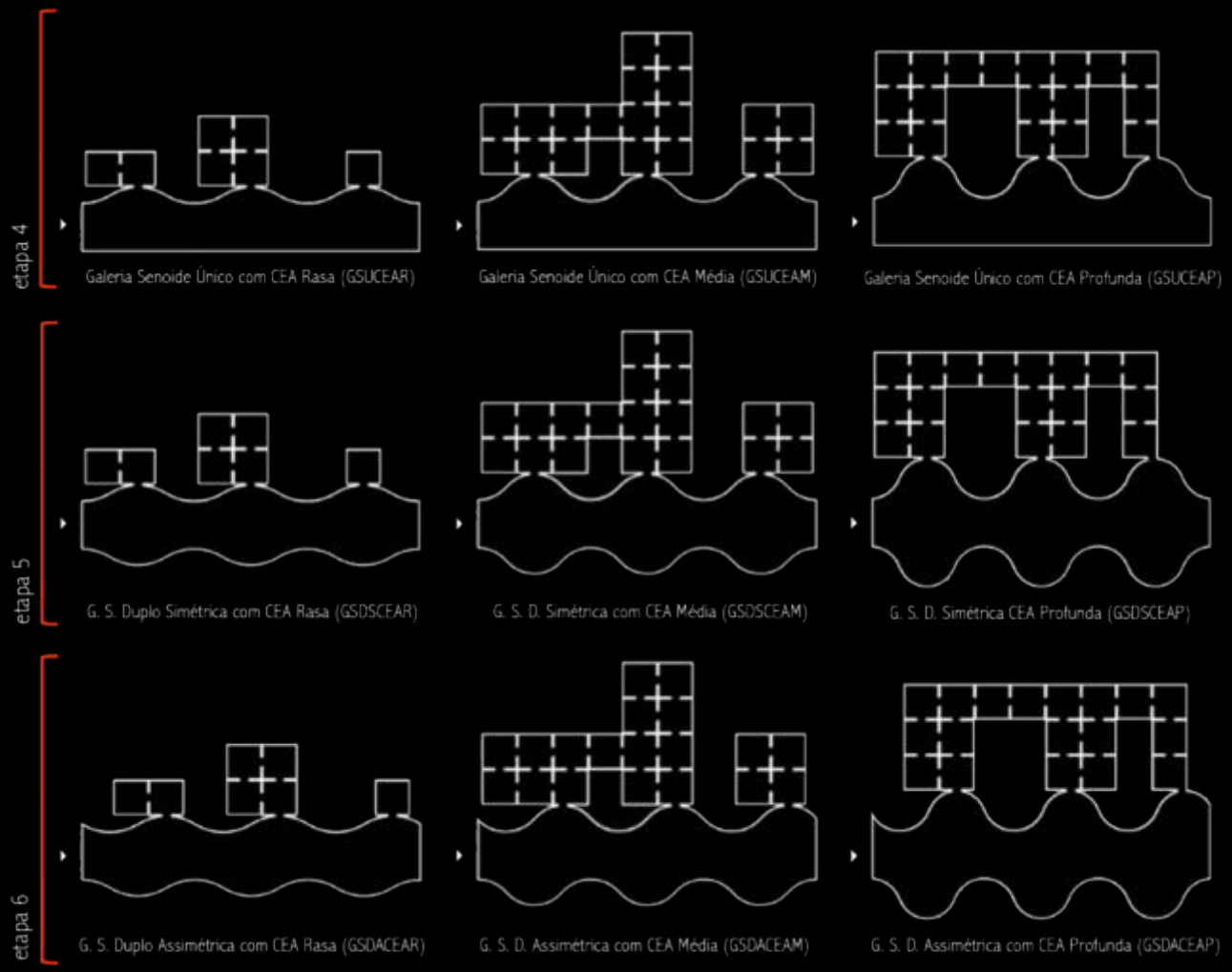
A intenção aqui é testar em que medida, conforme as CEAs passam a definir uma configuração tipo sala de período (SP), a configuração mais progressiva da galeria original (etapas 1 a 3) continuaria a ser determinante nos padrões de movimento e visão dos usuários (ver Figura 259).

Figura 258: As três primeiras etapas de transformação das galerias sem CEA.



Fonte: o autor.

Figura 259: Etapas 4, 5 e 6 de transformação das galerias envolvendo a adição de CEAs.



Fonte: o autor.

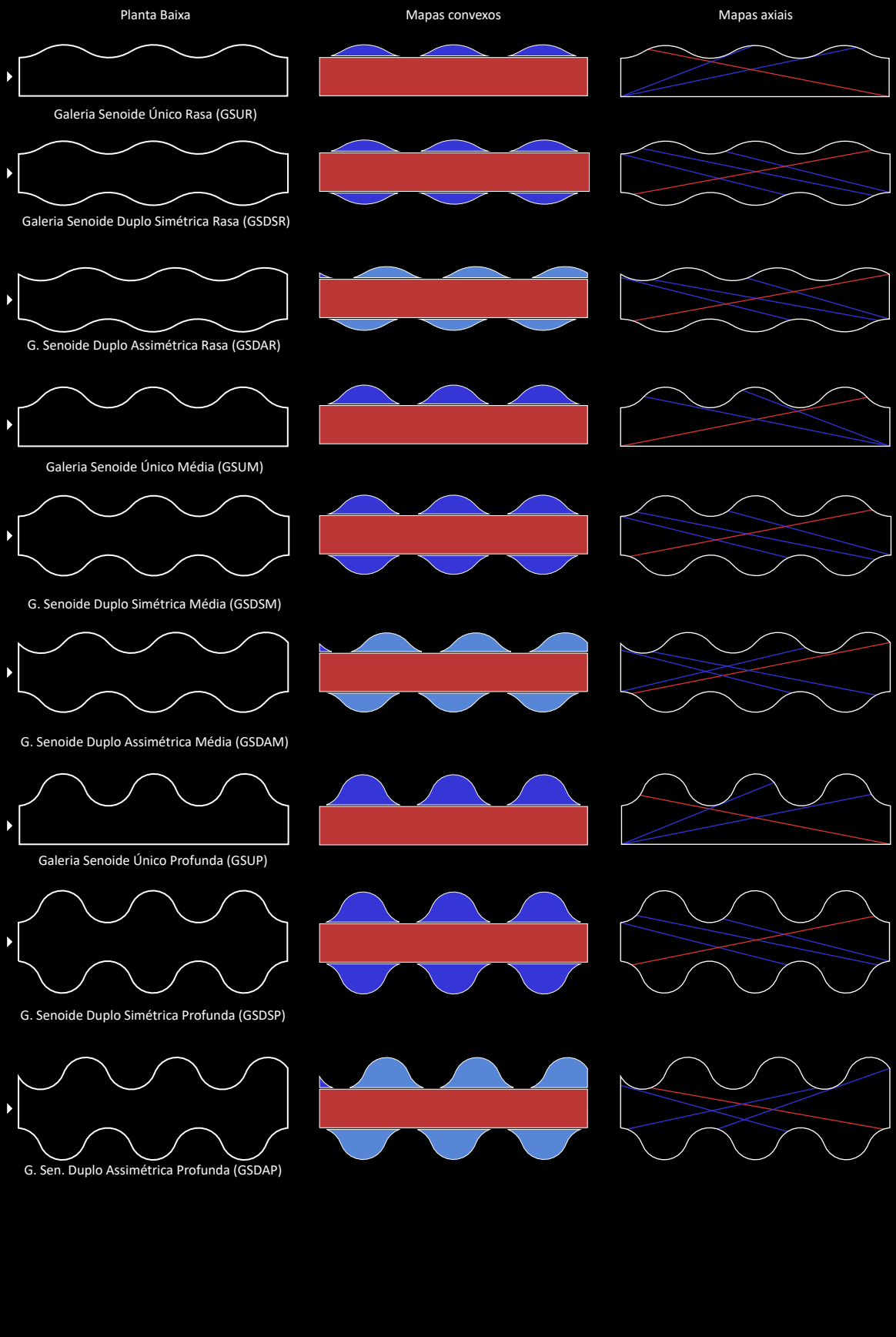
O número total de espaços convexos nas três primeiras fases de transformação varia de 4 a 8. Como a intenção nessas etapas foi testar, sobretudo, possíveis efeitos da forma, da profundidade e do posicionamento das deformações nas barreiras, mantendo ao máximo possível o mesmo número de unidade espaciais por tipo de alteração quanto aos leiautes únicos ou duplos, a duplicação do quantitativo total das unidades espaciais reflete a duplicação das barreiras. Procura-se manter como regra o espaço central conectado a 3 ou 6 unidades, conforme as alterações sejam, respectivamente, unilaterais (GU), duplamente simétricas (GDS) ou assimétricas (GDA). Apenas no caso das galerias senoides e chanfros duplos assimétricos (GSDA e GCDA), para manter o mesmo padrão métrico de deslocamento das barreiras dos demais casos, um pequeno espaço convexo extra foi gerado. Em consequência, o grau de conectividade é bastante semelhante entre as galerias sem CEA, oscilando, entre 2 e 3 (em média, 2,44 nos casos das senoides, 2,61 em chanfros e 2,66 em nichos) (ver Figuras 260, 261 e 262).

Nas galerias com CEAs, o número total de espaços convexos varia de 11 a 25 (Tabelas 13 a 15), modalização relativamente maior do que a das primeiras etapas, uma vez que as células espaciais são acrescidas apenas a uma das barreiras limitantes, portanto, o aumento no número de unidades convexas reflete diretamente o aumento do número de CEAs em cada família analisada, de modo que, um maior número total de espaços convexos implica em um maior número de células acrescidas em um dado sistema. Com o acréscimo de CEAs nos arranjos, não houve alteração nos graus de conectividade, que permaneceram com os valores entre 2 e 3 (ver Figuras 263 a 268).

Nessas fases transformativas com CEAs, os leiautes remeteriam àqueles do tipo complexo-p (ver Figura 247) analisados por Hillier (1996), que, como comentado na seção 5.1, inscrevem um sistema de permeabilidades entre células adjacentes (antes sem nenhum padrão de permeabilidade ou o tipo denominado complexo-a). Manter o número de conexões por espaço semelhante nas galerias poderia fazer sobressair diferenças relevantes para a avaliação do teor de progressividade quanto às características estabelecidas no capítulo 2, que sintetizam a descrição espacial inicial da GP, resultante da análise (na seção 2.3) dos três tipos históricos (em linha reta, radial e híbrida) e modelos hipotéticos reduzidos (na seção 2.2).

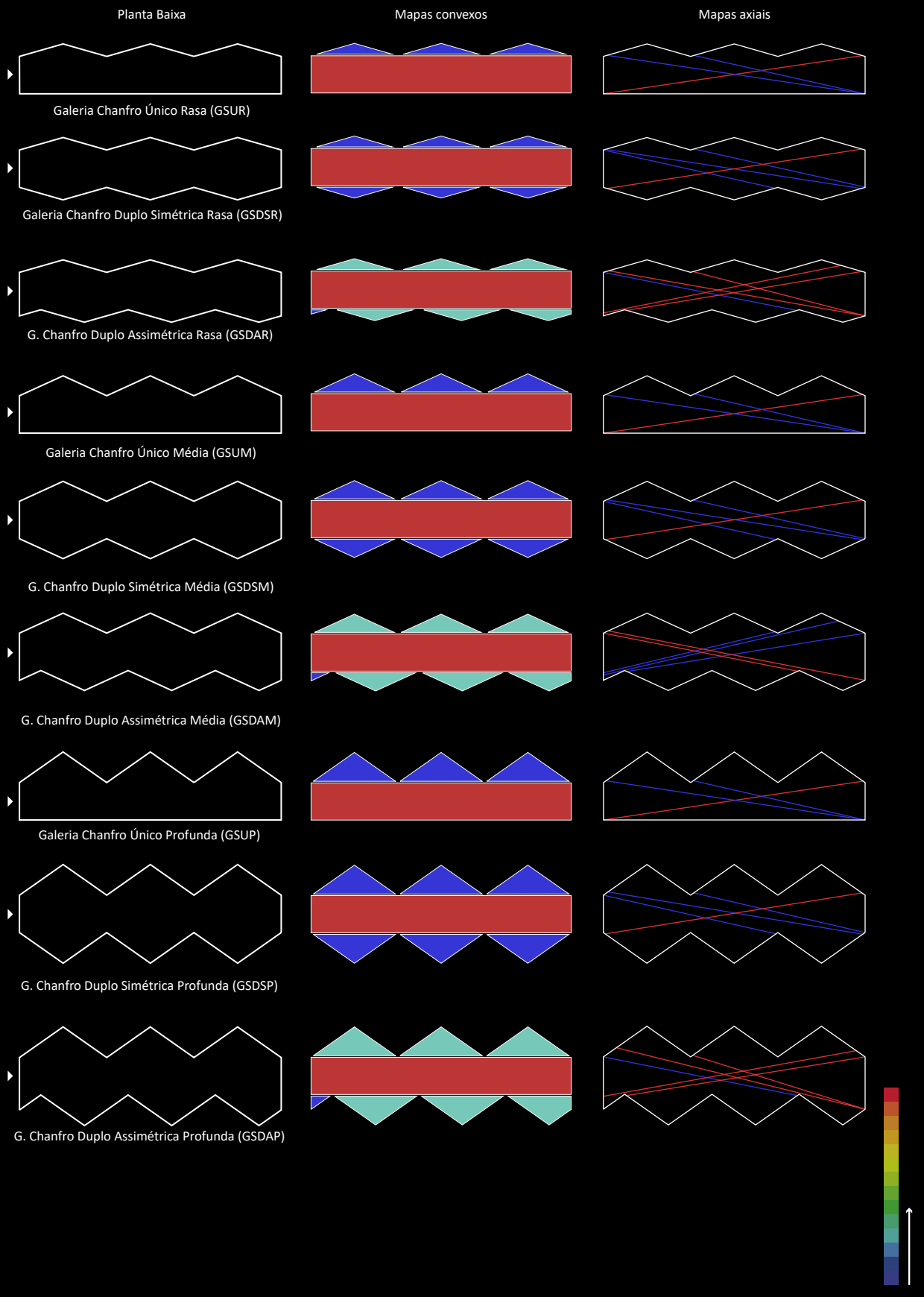
Como essa descrição espacial envolveu aspectos relativos sobretudo à conectividade relativa (RC), à profundidade média (MD), à integração (HH), à inteligibilidade (R2) e à conectividade visual por convexos (CVC), medidas sintáticas diretamente relacionadas ao sistema de permeabilidades físicas entre os espaços convexos, a calibragem do grau de conectividade dessas unidades espaciais é um aspecto essencial nas aferições das galerias senoides, chanfros e nichos. Além da natureza física, a referida caracterização espacial também envolveu aspectos ligados à visibilidade, especificamente, à conectividade visual (CV) e à integração visual, tratadas mais adiante nesta seção por meio de grafos de visibilidade (VGA).

Figura 260: Plantas (esq.), mapas conexos (ao centro) e axiais (dir.) das galerias senoide única, dupla simétrica e dupla assimétrica.



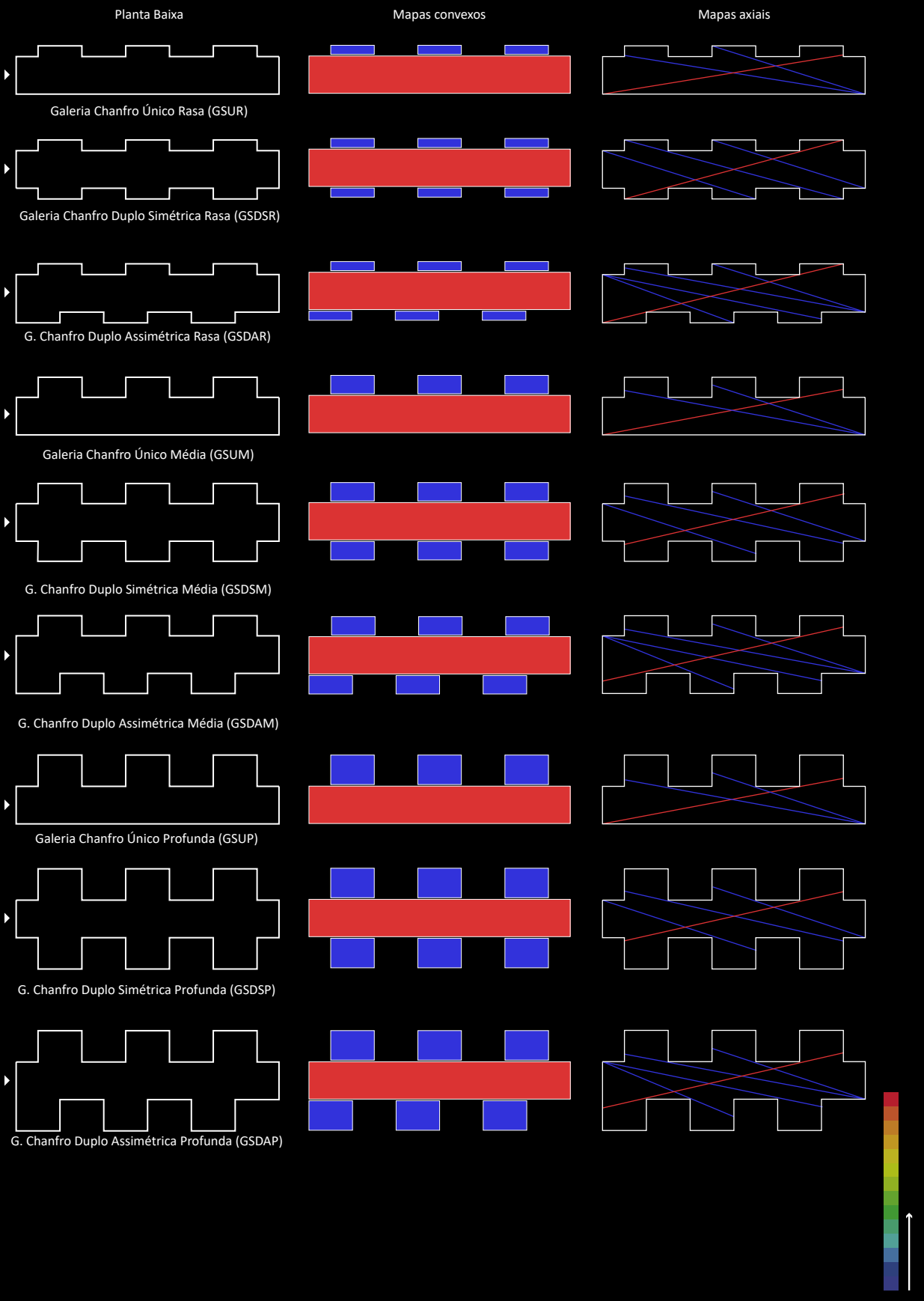
Fonte: o autor.

Figura 261: Plantas (esq.), mapas conexos (ao centro) e axiais (dir.) das galerias chanfro única, dupla simétrica e dupla assimétrica.



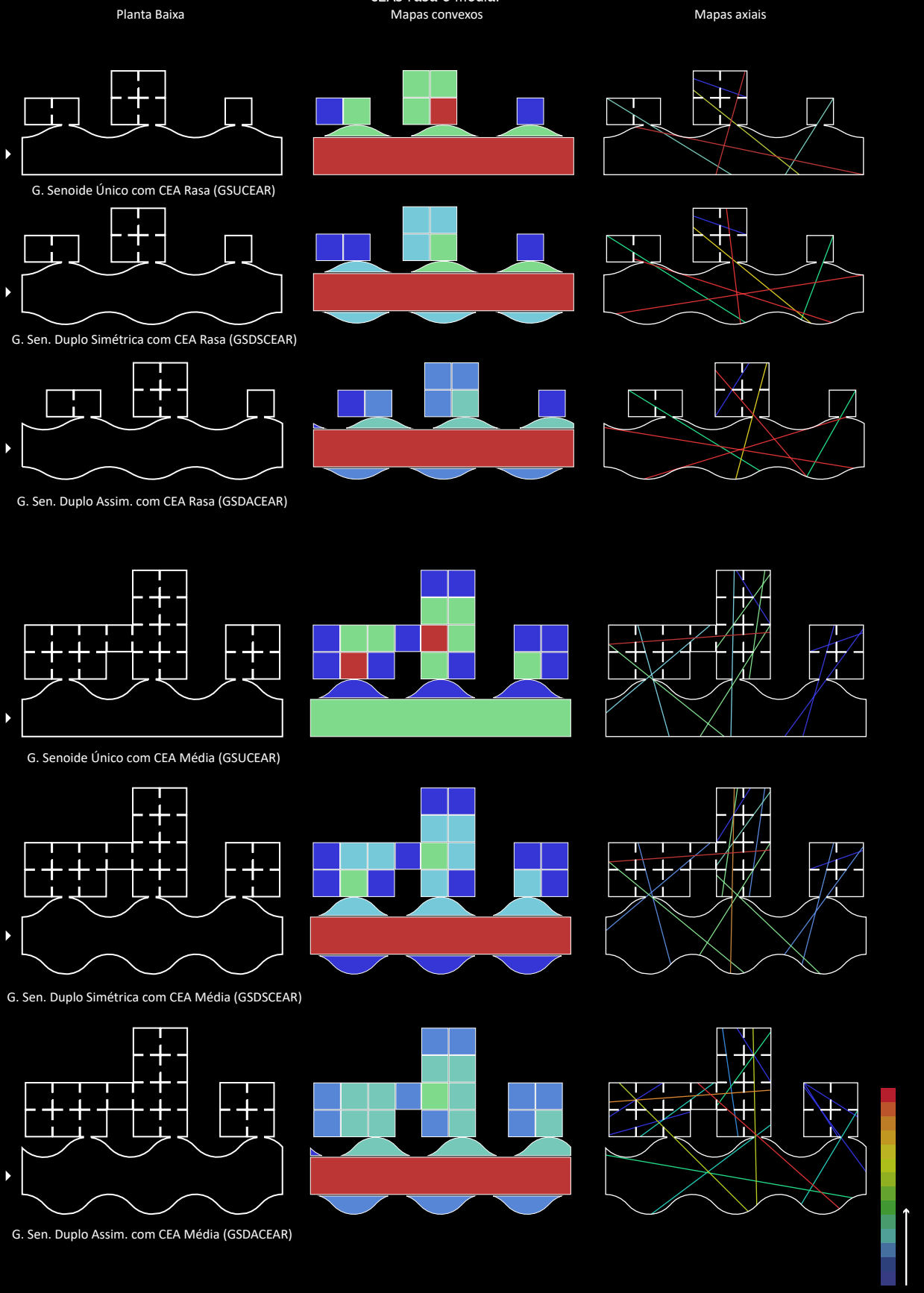
Fonte: o autor.

Figura 262: Plantas (esq.), mapas conexos (ao centro) e axiais (dir.) das galerias nicho única, dupla simétrica e dupla assimétrica.



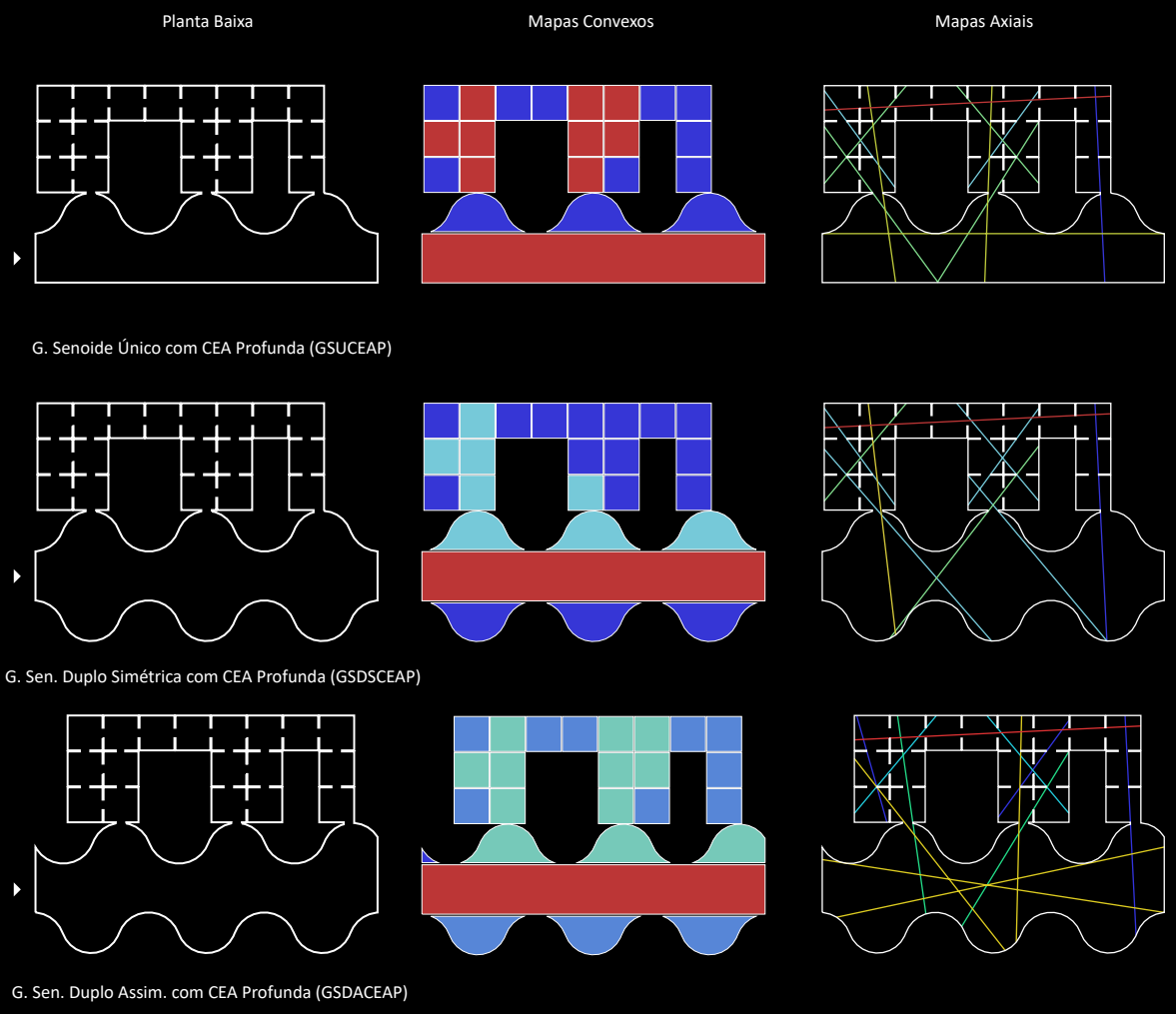
Fonte: o autor.

Figura 263: Plantas (esq.), mapas conexos (ao centro) e axiais (dir.) das galerias senoide única, dupla simétrica e dupla assimétrica com CEAs rasa e média.



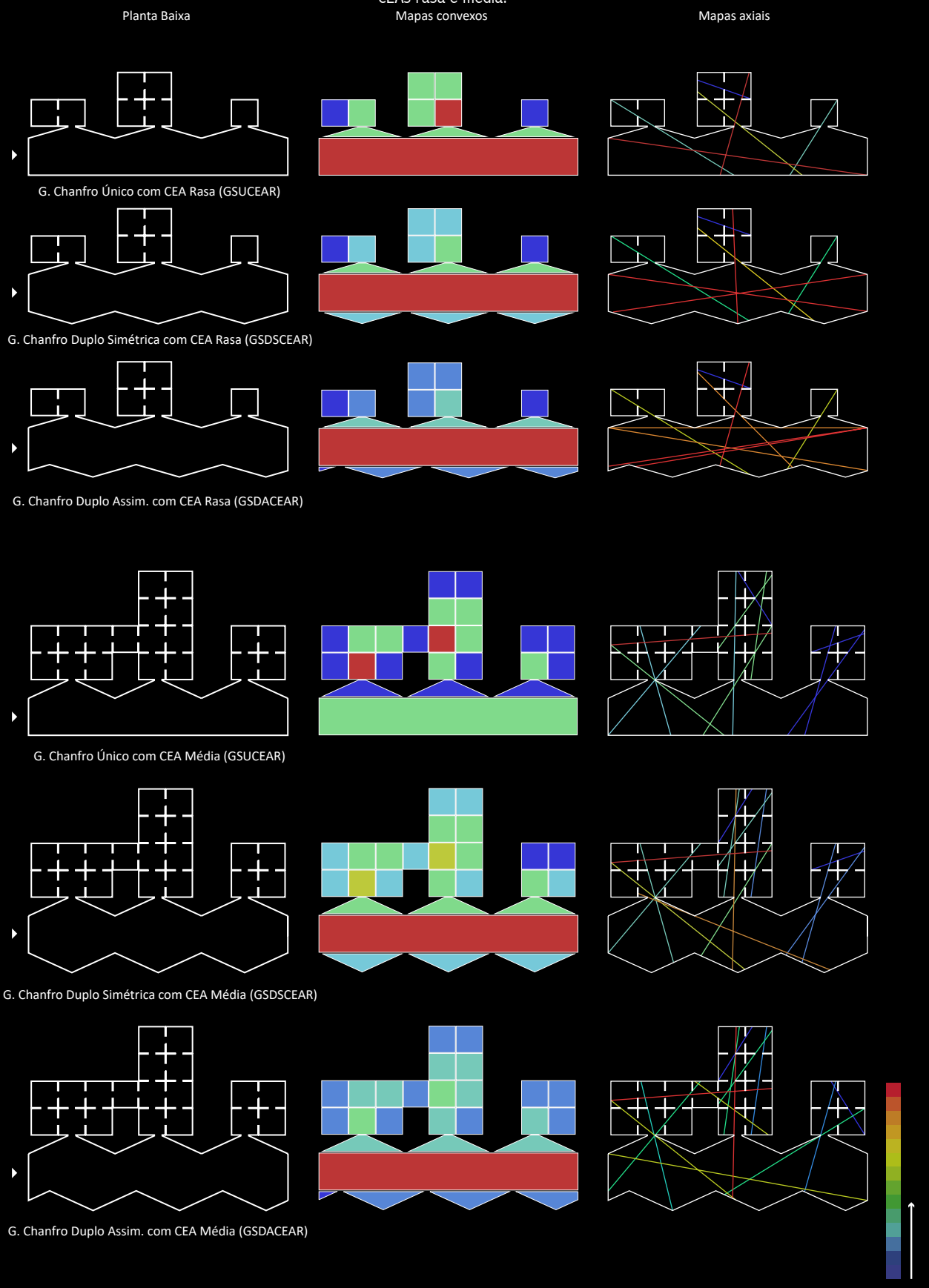
Fonte: o autor.

Figura 264: Plantas (esq.), mapas conexos (ao centro) e axiais (dir.) das galerias senoide única, dupla simétrica e dupla assimétrica com CEAs profunda.



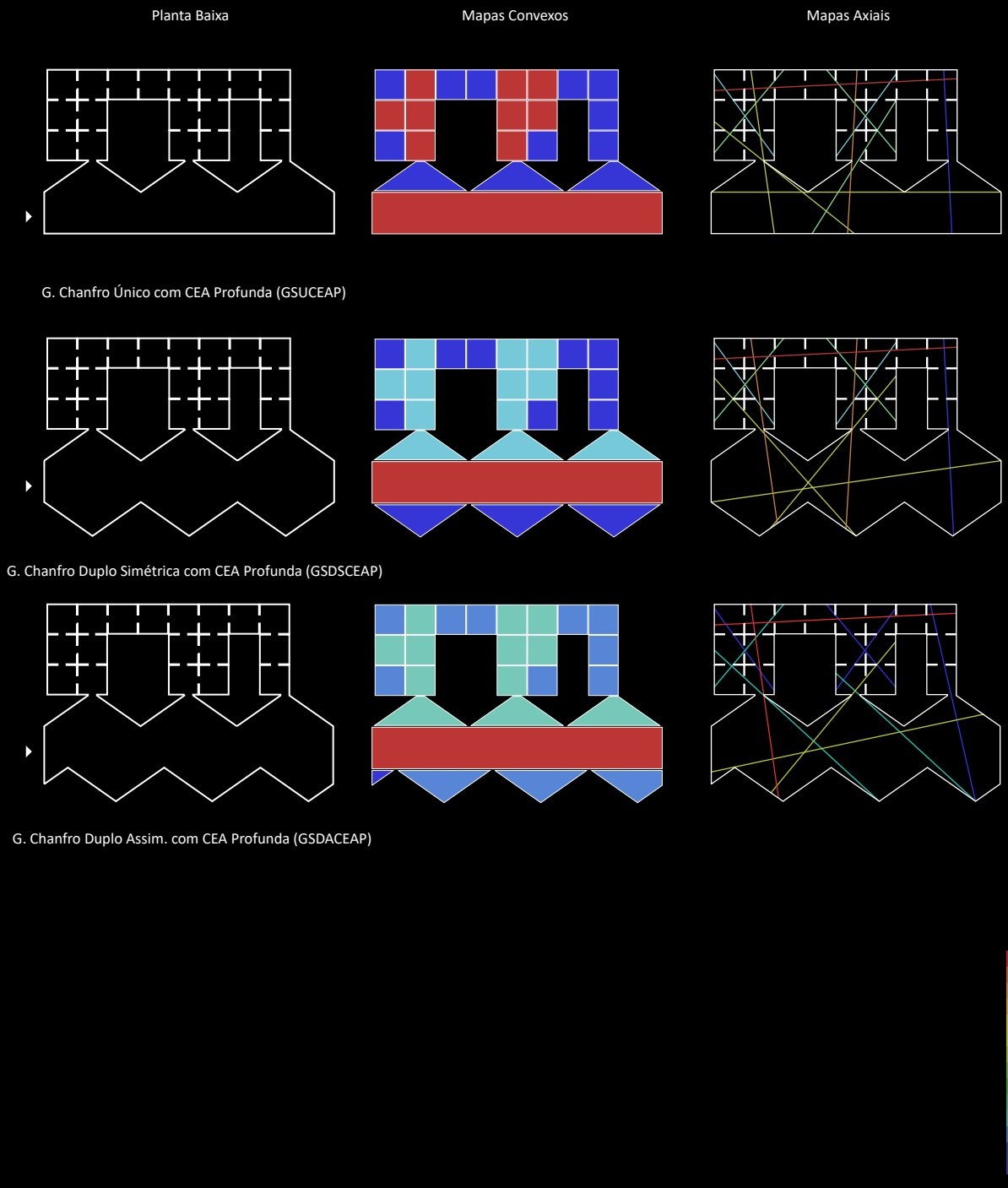
Fonte: o autor.

Figura 265: Plantas (esq.), mapas conexos (ao centro) e axiais (dir.) das galerias chanfro única, dupla simétrica e dupla assimétrica com CEAs rasa e média.



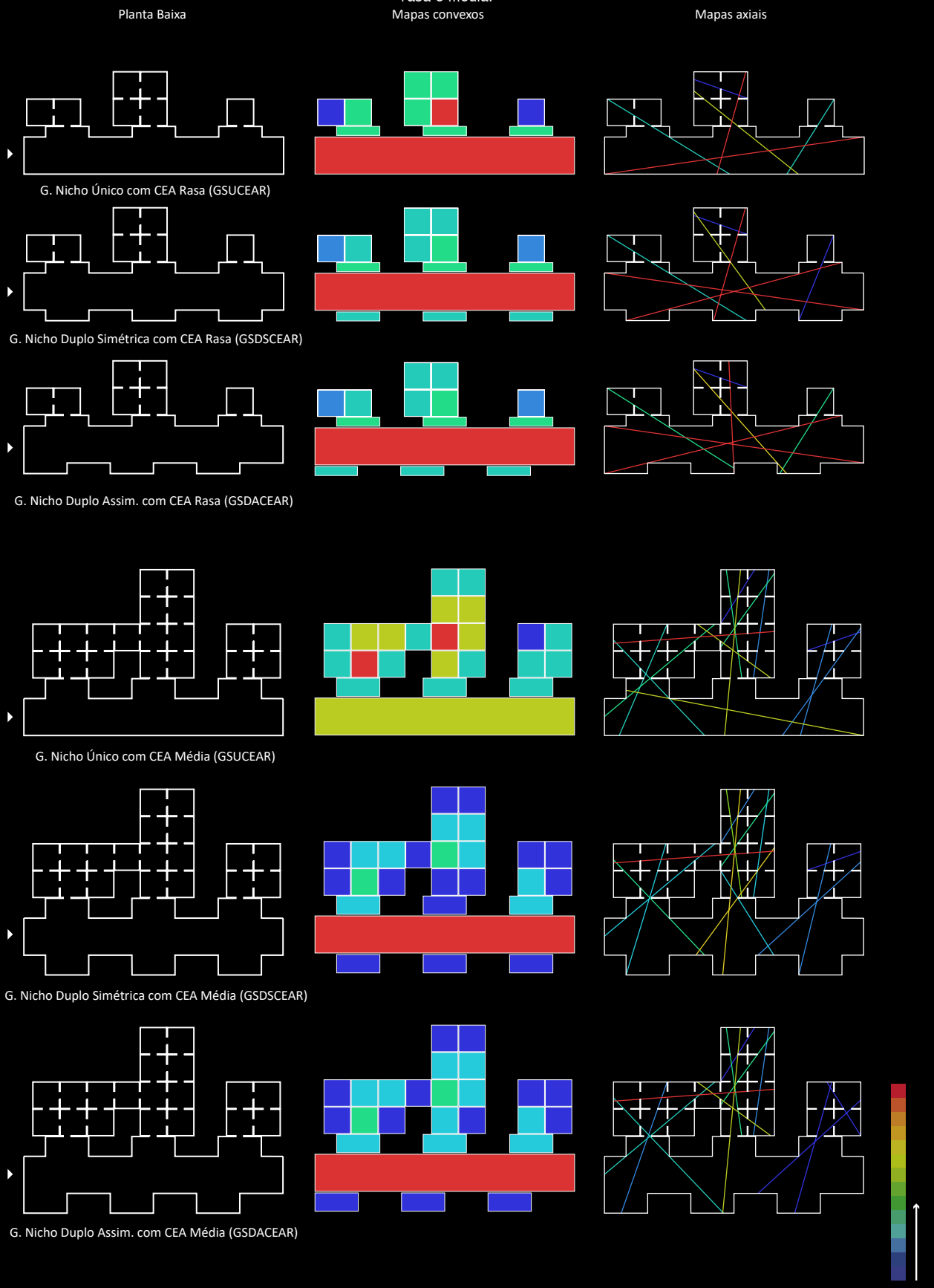
Fonte: o autor.

Figura 266: Plantas (esq.), mapas conexos (ao centro) e axiais (dir.) das galerias chanfro única, dupla simétrica e dupla assimétrica com CEAs profunda.



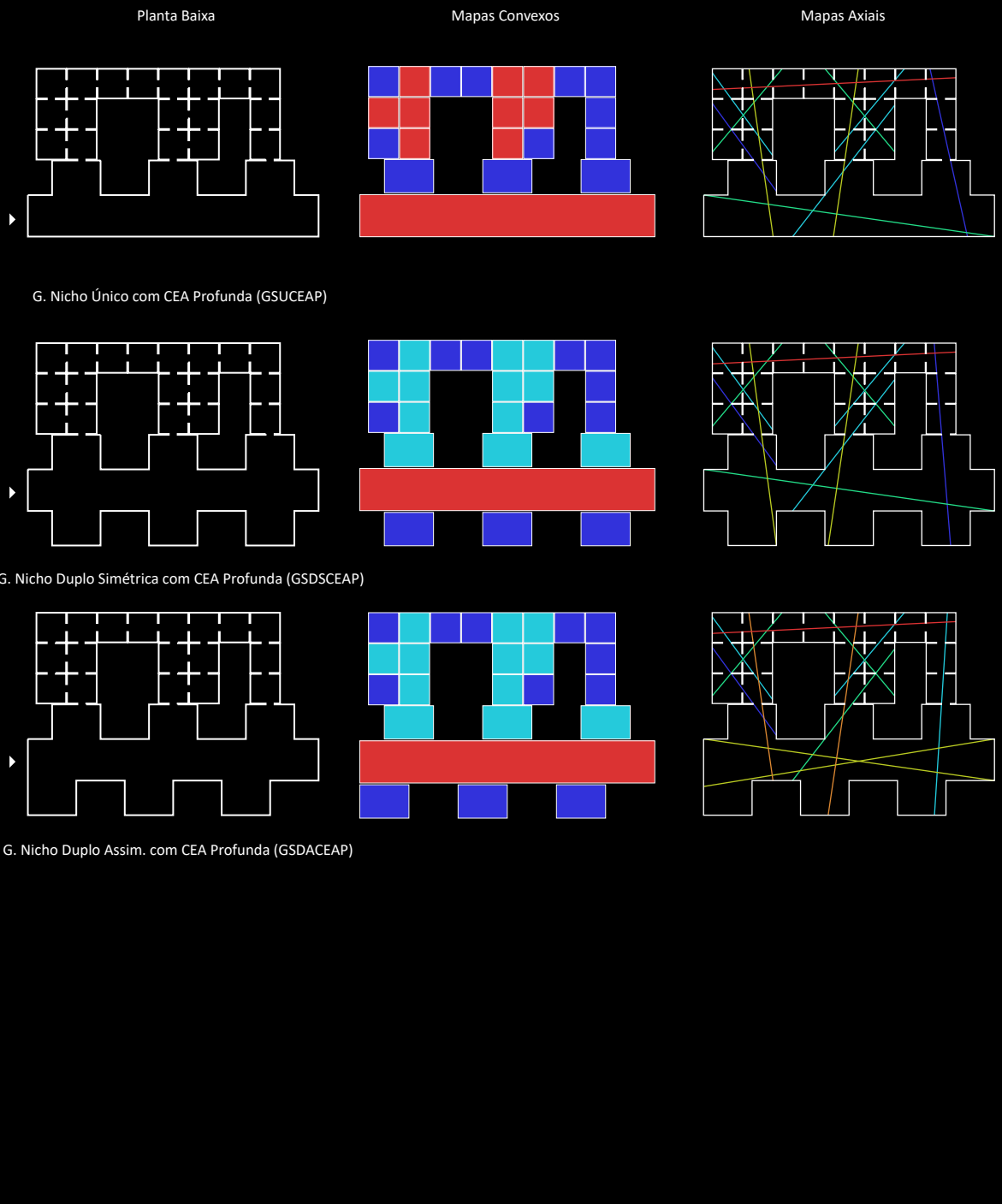
Fonte: o autor.

Figura 267: Plantas (esq.), mapas conexos (ao centro) e axiais (dir.) das galerias nicho única, dupla simétrica e dupla assimétrica com CEAs rasa e média.



Fonte: o autor.

Figura 268: Plantas (esq.), mapas conexos (ao centro) e axiais (dir.) das galerias nicho única, dupla simétrica e dupla assimétrica com CEAs profunda.



Fonte: o autor.

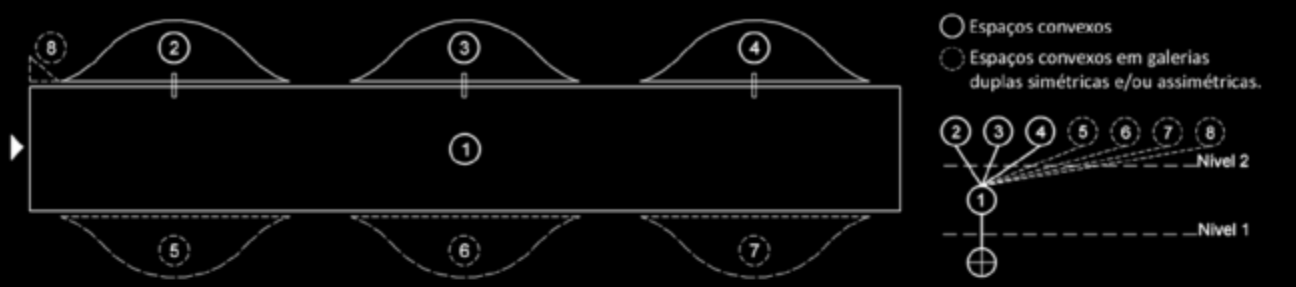
Como consequência das disposições convexas, caracterizadas pelo espaço convexo central a um passo sintático de todas as cavidades, nas três primeiras etapas de transformação, a profundidade média (MD) em todos os leiautes sem CEAs é 1.63. Nas configurações com CEAs, a média geral aumenta um pouco para 1.98. Quando relacionamos todos os valores nessas galerias por família (senoide, chanfro e nicho), a média geral é 1.8. Percebe-se que, mesmo com o acréscimo de CEAs, a medida de MD não foi drasticamente alterada, o que, ao menos em espaços expositivos, representa um efeito positivo do caráter progressivo, impulsionado pela força da galeria principal na estrutura espacial dos sistemas (Tabelas 13 a 15).

Os grafos justificados desses leiautes, que podem ser classificados em quatro tipos básicos, são representativos dessas relações de profundidade. O primeiro tipo, em árvore e muito raso, representa os leiautes das galerias sem CEAs, que não possuem nenhum anel e só apresentam diferenciações quanto a um maior ou menor número de espaços convexos, conforme os arranjos sejam únicos (galeria principal mais 3 espaços), duplos simétricos (galeria principal mais 6 espaços) ou duplos assimétricos (galeria principal mais 7 espaços).

Os demais tipos representam as galerias com CEAs. Para facilitar a descrição, chamamos de grupo de células cada conjunto destas conectado a uma cavidade, grupos esses que podem ou não estar conectados entre si. O segundo tipo de grafo combina uma estrutura prioritariamente em árvore, como no primeiro tipo, a um anel local em um dos grupos de CEAs, este um arranjo semelhante ao leiaute hipotético de SP (com quatro espaços convexos) discutido na subseção 2.2 (ver Figuras 269 e 270). O terceiro tipo de grafo é um híbrido de estrutura em árvore com espaços interconectados, com quatro anéis de movimento entre as células em dois dos grupos e um anel entre esses grupos e a galeria principal, além de um terceiro grupo de células interconectadas que não se conectam à galeria principal. O quarto e último tipo de grafo, que é aquele que mais se aproxima do sistema de permeabilidades entre galerias da rampa, galerias do anexo de 1992 e exposição permanente (coleção Thannhauser) no MG, possui todos os grupos de CEAs interconectados e estes também conectados à galeria principal, gerando múltiplos anéis (ver Figuras 271 e 272).

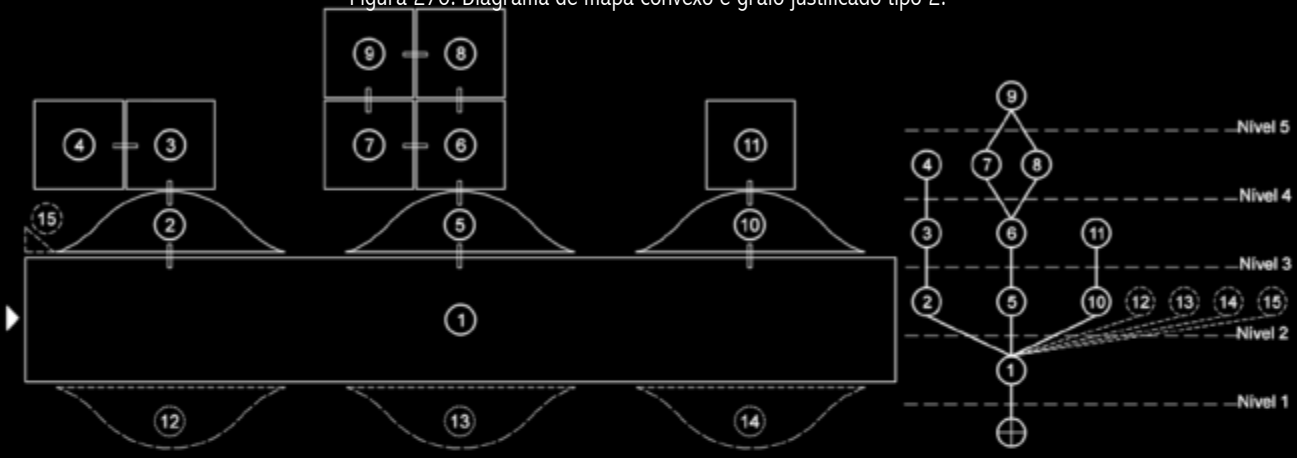
Por mais que haja combinação com anéis, todos os grafos têm como base a estrutura em árvore, consequência do papel estruturador da galeria principal. Como reflexo, baixos valores de conectividade relativa (RC) são identificados nas variações. Conforme discutido no capítulo 2, a RC expressa o grau de anelamento de um sistema espacial com valores de que variam de zero, em um grafo tipo árvore, a 1, valor máximo de anelamento de um grafo (AMORIM, 1999). Em todos os exemplos sem CEAs, por se tratar de estruturas espaciais em árvore, o grau de anelamento foi zero (RC=0,0). Nas galerias com CEAs, os valores não sofrem uma alteração significativa, com o valor máximo de 0,17 e o mínimo de 0,04, nesse sentido, ainda que se adicionem espaços secundários ao sistema, seu grau de anelamento permanece baixo (Tabelas 16 a 18).

Figura 269: Diagrama de mapa convexo e grafo justificado tipo 1.



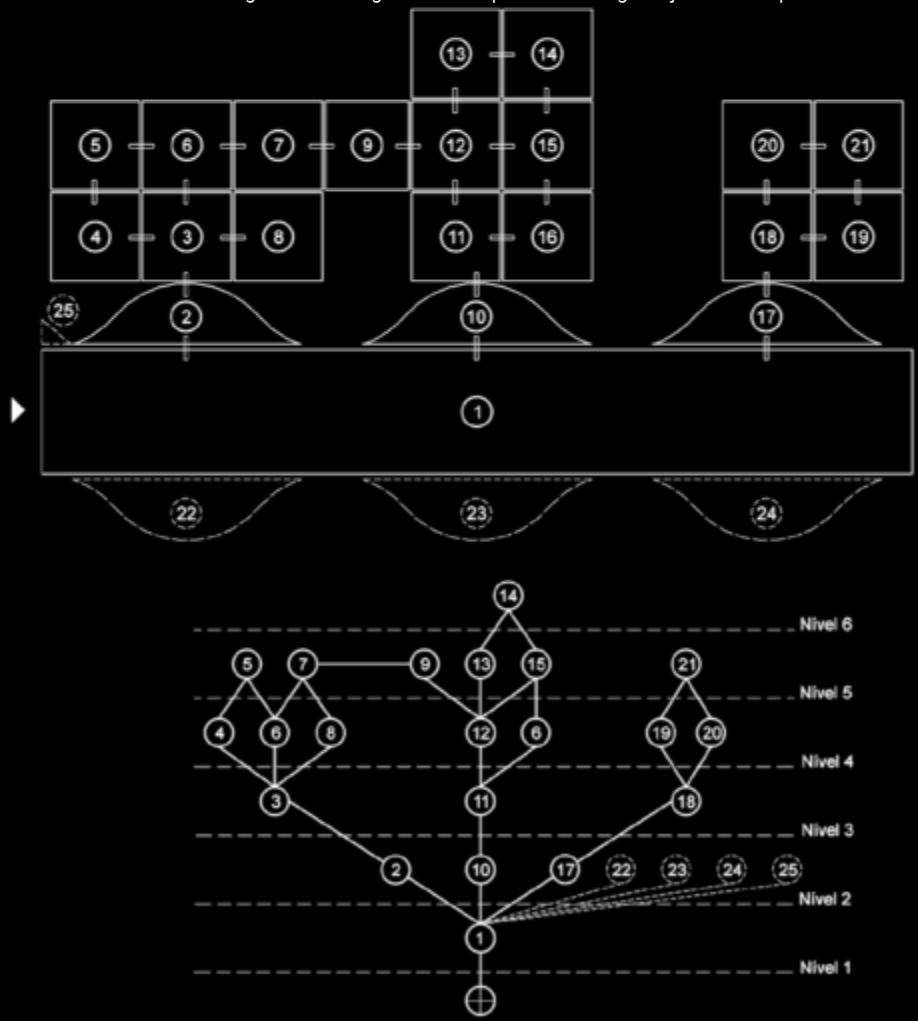
Fonte: o autor.

Figura 270: Diagrama de mapa convexo e grafo justificado tipo 2.



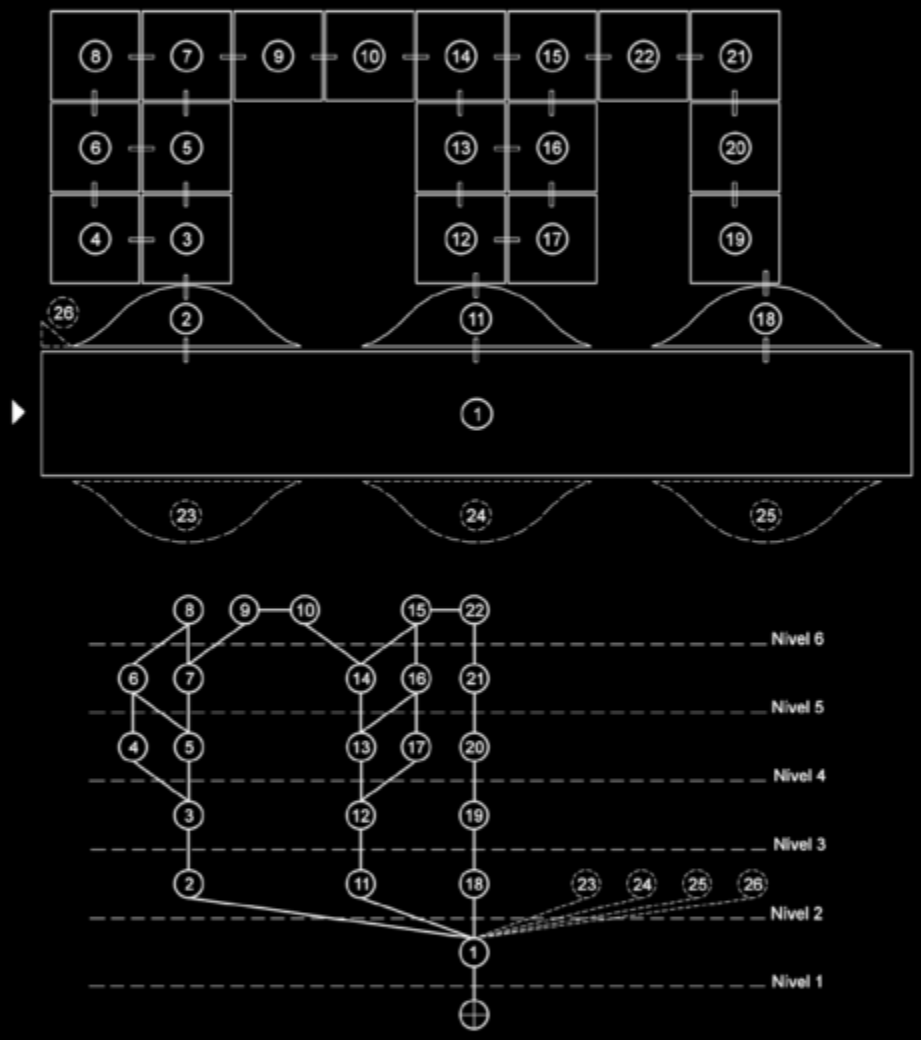
Fonte: o autor.

Figura 271: Diagrama de mapa convexo e grafo justificado tipo 3.



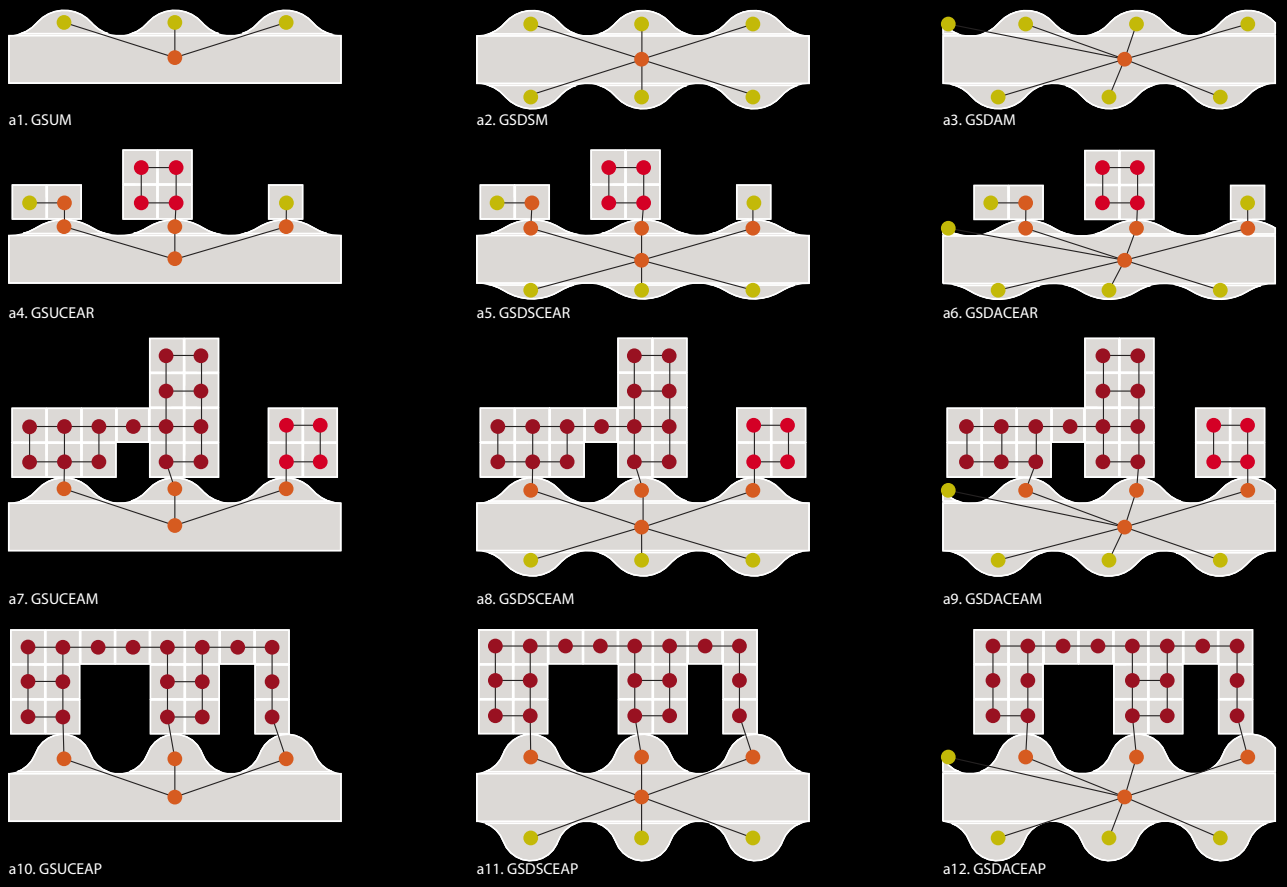
Fonte: o autor.

Figura 272: Diagrama de mapa convexo e grafo justificado tipo 4.



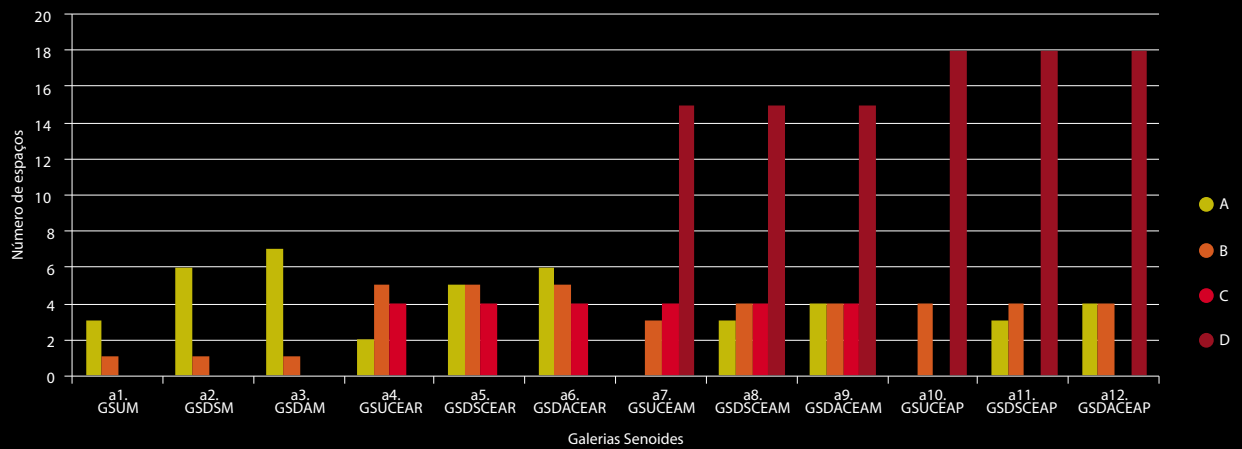
Fonte: o autor.

Figura 273: Exemplos de galerias sem e com CEAs de acordo com os espaços tipo a,b,c, e d.



Fonte: o autor.

Gráfico 28 - Quantitativo de espaços tipo a,b,c, e d em galerias senoides.



Fonte: o autor.

Quanto às possibilidades de navegação nessas galerias hipotéticas, um aspecto positivo em particular sobressai dessas observações: o posicionamento e o sistema de permeabilidades da galeria principal encurtam caminhos, de modo que um hipotético poderia acessar uma quantidade considerável de espaços sem que precise atravessar muitos outros em sua rota. Nos arranjos com CEAs, isso é especialmente relevante, pois, de outra forma, poderia levar a uma maior segregação dessas células em relação aos demais componentes dos sistemas, o que, como atestado em estudos de museus na SE (notadamente, HILLIER *et al.*, 1996), aumentaria a probabilidade de que menos visitantes acessassem esses locais, impactando na apreensão do espaço e de seu conteúdo expográfico.

O que se implica aqui é que GPs, mesmo oferecendo menos opções de rotas do que as SPs, dispondo de uma galeria principal (o espaço progressivo em seu estado puro), cujos espaços secundários ou são adjacentes ou estão a poucos passos sintáticos dela, tendem a potencializar a conformação de sistemas rasos. Essa é uma questão que também será avaliada sob a perspectiva de padrões de movimentos, mais adiante, quando observarmos o comportamento de agentes autômatos nas variações.

Em relação à medida de integração (HH) nessas galerias, com exceção da galeria pura (HH= 0,125, o mais baixo dentre todos os casos), os valores não se alteram conforme a família seja senoide, chanfro ou nicho. Em geral, estes variam de 0,0 a 3,0, com a maioria das galerias com valor 2,0, o que ocorre nos exemplos com CEAs (66,7% desses casos e 33,4% do total geral). Apenas três casos de cada família têm valores de integração de 3,0 (todos galerias profundas com CEAs). Os exemplares sem CEAs registram os valores mais baixos, entre 0,0 e 1,0, o que concorre para valores médios gerais nas fases de transformação de 1 a 3 de 0,675 (senoides) e 0,66 (chanfros e nichos), que aumentam para 2,33 nas fases seguintes com adição de CEAs (Tabelas 13 a 15). Esse cenário confirma o que foi visto nas galerias históricas e na discussão dos exemplos de GPs e SPs hipotéticas de 4, 6 e 8 espaços no capítulo 2, momento em que apontamos que menores valores de integração (HH) geralmente estavam relacionados a uma maior progressividade, ou seja, quanto mais determinista, com menos opções de rotas, portanto, mais progressivo é um leiaute, e o seu valor de integração (HH) tende a diminuir (Tabelas 13 a 15).

Em todos os arranjos espaciais, com ou sem CEAs, a galeria principal mantém-se como o espaço com o valor de integração (HH) mais alto de cada sistema. Como a medida de integração (HH) normalmente é indicativa de uma maior probabilidade de pessoas estarem em um dado espaço, correspondendo às taxas de encontros sociais (HILLIER, 1996a), neste caso, indica que seria mais provável que mais visitantes encontrassem uns aos outros na galeria principal.

Quanto aos espaços tipo “a”, “b”, “c” ou “d” (HILLIER, 1986), nas fases de alterações 1 a 3, predominam os do tipo “a”, representados pela condição sem saída (que ocorre nas cavidades) e, em cada galeria, há um espaço central do tipo “b” (ver Figura 273 e Gráfico 28). Nas galerias com CEA, há uma maior variação de espaços tipo e à medida que

os sistemas se tornam mais intricados, com mais unidades espaciais interconectadas levando a uma maior oferta de opções de rotas, o número de espaços tipo “d” aumenta.

Em consonância com o maior número de espaços tipo “a” em seus leiautes, as galerias sem CEAs são sistemas que remetem à configuração do tipo planta-corredor (EVANS, 1978), rasos, com rotas controladas e sem nenhum anel de circulação, o que faz com que o visitante provavelmente seja induzido a seguir sua visita pela galeria principal (ou o corredor no esquema sugerido por Evans). Nas análises com agentes autômatos e no rastreamento de pessoas em algumas das galerias ambientadas em RV, será possível observar melhor se as rotas tendem, de fato, a se concentrar ao logo do eixo central das galerias.

Nas estruturas espaciais representadas pelos grafos dos tipos 3 e 4, expostos anteriormente, e que também se caracterizam pelo aumento dos espaços tipo “d”, tem-se uma quantidade de anéis muito maior do que nas demais configurações, assim como maiores valores de integração (HH) e, ainda que por uma pequena margem, maiores valores de conectividade relativa (RC) e profundidade média (MD). Com base nessas análises, como já exposto, se o aumento desses valores implica, até então, na diminuição de progressividade nas galerias, pode-se complementar que o aumento do número de espaços tipo “d” também concorre para a mesma condição.

Outra medida referente à análise convexa a ser tratada é a de inteligibilidade (R2). Antes de apresentarmos e discutirmos os resultados, é válido observar uma noção básica sobre correlações, de acordo com os seus usos nos mais diversos campos de investigação. Em geral, uma correlação mede a força de uma relação estatística entre duas variáveis, cuja análise tem como objetivo a determinação de uma causa. Contudo, correlações não devem ser interpretadas como evidência de uma variável gerando necessariamente mudanças na outra, pois são sempre não direcionais, portanto, não contêm informações sobre qual variável causou outra. Ainda assim, mesmo que correlações não possam ser tomadas como prova de casualidades, servem como indicação para estas. A força da relação entre as variáveis é expressa pelo coeficiente de correlação, cujo valor varia entre -1 e +1. No caso de uma correlação perfeita (R2=1,0), isso indica que ambas as variáveis podem ter uma causa semelhante ou idêntica (SPIEGELHALTER, 2019).

Na SE, a medida de inteligibilidade (R2) é indicada pela correlação entre as medidas de grau de conectividade e integração (HH), relacionando-se à facilidade de exploração por parte do visitante em um leiaute (CONROY, 2001). Como vimos no capítulo 21 sobre as GPs antigas, ao passo que a estrutura espacial se tornou híbrida (ou menos progressiva), o valor de R2 diminuiu. No geral, em 67% do total de 15 casos analisados de GPs antigas obteve-se valor de R2 igual ou maior a 0,50, patamar de inteligibilidade segundo Hillier e Hanson (1984). Dentre esses casos, 78% apresentaram índices acima de 0,70, o que concorre para uma significância de correlação entre pronunciada à perfeita (MELTON, 1935) e indica que, com base na amostragem avaliada, as GPs tendem a ter uma boa performance de inteligibilidade (R2).

Observando agora as 54 galerias senoides, chanfros e nichos, quase a metade (46% dos casos) obteve uma correlação perfeita (R2=1,0) e todos esses valores foram detectados dentre os 27 exemplares sem CEAs, representando 89% do total desse grupo, no qual também foram registrados dois exemplos de leiautes com valores de R2 muito pronunciada (de 0,90 a 0,99). Ou seja, as galerias mais inteligíveis foram aquelas que passaram apenas pelos processos transformativos de 1 a 3 (acréscimo de cavidades por alteração das barreiras limítrofes), que não envolveram o acréscimo de CEAs (Tabela 16).

Quanto às galerias menos inteligíveis, os valores de correlação insignificante (R2=0,17) foram reincidentes nas três famílias de variações de galerias profundas com deformação unilateral (GSUP, GCUP e GNUP) e na galeria nicho duplo simétrica com CEAs média (GDSCEAM). Em geral, considerando os resultados por tipo de galeria, sem e com CEAs, não houve variações bruscas nos valores de R2 segundo a natureza das famílias (senoide, nicho ou chanfro). Contudo, observando apenas as galerias com CEAs, percebe-se que a significância da correlação sofre uma certa oscilação quando contrastamos os valores de R2 com o tipo de deformação em suas barreiras limítrofes (única, dupla ou dupla assimétrica) e a profundidade de suas cavidades (rasa, média e profunda), o que aponta para uma maior variação nos valores de inteligibilidade em função do primeiro critério do que o segundo (Tabelas 17 e 18).

Com base nesses resultados, poderíamos dizer que a inteligibilidade da navegação dos visitantes nas GPs mais complexas, com CEAs, ou seja, naquelas menos progressivas, é mais influenciada pelo fato de suas barreiras limítrofes serem unilaterais, bilaterais simétricas ou bilaterais assimétricas, do que se estas geram cavidades mais ou menos profundas.

Considerando todas as 54 galerias, as médias de valores de R2 nas três famílias indicam uma correlação de significância pronunciada, com valores praticamente idênticos (0,70 nas senoides, 0,74 nos chanfros e 0,73 nos nichos), portanto, os leiautes, de um modo geral, conformam galerias que podem ser navegadas facilmente por seus visitantes. E como os leiautes mais progressivos (aqueles sem CEAs) apresentaram claramente valores de R2 mais altos do que aqueles nas galerias com CEAs, a característica que se introduziu no capítulo 2 sobre leiautes mais progressivos implicarem em uma maior inteligibilidade, foi confirmada nas análises aqui apresentadas.

A última das medidas sintáticas por meio dos espaços convexos utilizada na análise foi a de conectividade visual por convexos (CVC), que calcula o número de espaços visíveis de um espaço, contagem esta que é feita pela identificação dos espaços que são sobrepostos pela isovista de cada espaço do leiaute (TZORTZI, 2015, p.117).

Tabela 13 - Quantitativo de espaços tipo a,b,c, e d em galerias senoides.

	Tipo de galeria	No. espaços convexos	Conectividade Relativa (RC)	Profundidade média (MD)	Grau de Conectividade	Integração (HH)	Inteligibilidade (R2)	Integração (HH) VGA	Conectividade visual (CV)
GALERIA SENOIDE	Galeria Senoide Única Rasa (GSUR)	4	0	1,5	1,5	0,4	1	515,01	1,5
	Galeria Senoide Dupla Simétrica Rasa (GSDSR)	7	0	1,7	1,7	1	1	168,09	2,5
	Galeria Senoide Dupla Assimétrica Rasa (GSDAR)	8	0	1,75	1,75	1	1	160,78	2,5
	Galeria Senoide Única Média (GSUM)	4	0	1,5	1,5	0,4	1	157	1,5
	Galeria Senoide Dupla Simétrica Média (GSDSM)	7	0	1,7	1,7	1	1	69,56	2,5
	Galeria Senoide Dupla Assimétrica Média (GSDAM)	8	0	1,75	1,75	1	1	64,59	2,5
	Galeria Senoide Única Profunda (GSUP)	4	0	1,5	1,5	0,4	1	68,67	1,5
	Galeria Senoide Dupla Simétrica Profunda (GSDSP)	7	0	1,7	1,7	1	1	36,68	2,5
	Galeria Senoide Dupla Assimétrica Profunda (GSDAP)	8	0	1,75	1,75	1	1	37,12	2,5
	Galeria Senoide Única com CEAs Rasa (GSUCEAR)	11	0,058	3,2	2	0,7	0,515	14,52	3
	Galeria Senoide Dupla Simétrica com CEAs Rasa (GSDSCEAR)	14	0,043	3,1	2	0,9	0,547	15,88	4
	Galeria Senoide Dupla Assimétrica com CEAs Rasa (GSDACEAR)	15	0,04	3	2	0,9	0,56	16,95	4
	Galeria Senoide Única com CEAs Média (GSUCEAM)	23	0,17	4,2	2,5	0,7	0,21	8,09	5
	Galeria Senoide Dupla Simétrica com CEAs Média (GSDSCEAM)	26	0,148	4,1	2,5	0,8	0,216	8,31	6
	Galeria Senoide Dupla Assimétrica com CEAs Média (GSDACEAM)	27	0,14	4,2	2,4	0,8	0,184	8,26	6
	Galeria Senoide Única com CEAs Profunda (GSUCEAP)	22	0,15	3,9	2,5	0,8	0,173	7,96	6
	Galeria SenoideDupla Simétricacom CEAs Profunda(GSDSCEAP)	25	0,13	3,9	2,4	0,8	0,275	8,31	7
	Galeria Senoide Dupla Assimétrica com CEAs Profunda (GSDACEAP)	26	0,127	3,9	2,4	0,8	0,269	9	7
	Médias gerais		**0,056**	**2,69**	**1,98**	**0,80**	**0,66**	**76,38**	**3,75**

Fonte: o autor.

Tabela 14 - Quantitativo de espaços tipo a,b,c, e d em galerias chanfros.

	Tipo de galeria	No. espaços convexos	Conectividade Relativa (RC)	Profundidade média (MD)	Grau de Conectividade	Integração (HH)	Inteligibilidade (R2)	Integração (HH) VGA	Conectividade visual (CV)
GALERIA CHANFRO	Galeria Chanfro Único Rasa (GCUR)	4	0	1,5	1,5	0,4	1	451,23	1,5
	Galeria Chanfro Duplo Simétrico Rasa (GCDSR)	7	0	1,7	1,7	1	1	281,9	2,57
	Galeria Chanfro Duplo Assimétrico Rasa (GCDAR)	8	0	1,75	1,75	1	1	299,91	2,75
	Galeria Chanfro Único Média (GCUM)	4	0	1,5	1,5	0,4	1	277,18	1,5
	Galeria Chanfro Duplo Simétrico Média (GCDSM)	7	0	1,7	1,7	1	1	97,47	2,57
	Galeria Chanfro Duplo Assimétrico Média (GCDAM)	8	0	1,75	1,75	1	0,92	89,11	2,75
	Galeria Chanfro Único Profunda (GCUP)	4	0	1,5	2	0,4	1	128,08	1,5
	Galeria Chanfro Duplo Simétrico Profunda (GCDSP)	7	0	1,7	1,7	1	1	47,71	2,57
	Galeria Chanfro Duplo Assimétrico Profunda (GCDAP)	8	0	1,75	1,75	1	0,92	45,58	2,75
	Galeria Chanfro Únicocom CEAs Rasa (GCUCEAR)	11	0,058	3,2	2	0,7	0,515	14,75	3
	Galeria Chanfro Duplo Simétricocom CEAs Rasa (GCDSCEAR)	14	0,043	3,1	2	0,9	0,547	16,44	4
	Galeria Chanfro Duplo Assimétrico com CEAs Rasa (GCDACEAR)	15	0,04	3	2	0,9	0,56	17,54	4
	Galeria Chanfro Único com CEAs Média (GCUCEAM)	23	0,17	4,2	2,5	0,7	0,21	7,84	5
	Galeria Chanfro Duplo Simétrico com CEAs Média (GCDSCEAM)	26	0,148	4,1	2,5	0,8	0,216	8,66	6
	Galeria Chanfro Duplo Assimétrico com CEAs Média (GCDACEAM)	27	0,14	4,1	2,4	0,8	0,209	8,33	6
	Galeria Chanfro Único com CEAs Profunda (GCUCEAP)	23	0,15	3,9	2,5	0,8	0,173	7,89	6
	Galeria Chanfro Duplo Simétrico com CEAs Profunda (GCDSCEAP)	25	0,13	3,9	2,4	0,8	0,275	9	7
	Galeria Chanfro Duplo Assimétrico com CEAs Profunda (GCDACEAP)	26	0,127	3,9	2,4	0,8	0,269	8,95	7
	Médias gerais		**0,056**	**2,68**	**2,00**	**0,80**	**0,66**	**100,98**	**3,80**

Fonte: o autor.

Tabela 15 - Quantitativo de espaços tipo a,b,c, e d em galerias nichos.

	Tipo de galeria	No. espaços convexos	Conectividade Relativa (RC)	Profundidade média (MD)	Grau de Conectividade	Integração (HH)	Inteligibilidade (R2)	Integração (HH) VGA	Conectividade visual (CV)
GALERIA NICHO	**Galeria Nicho Único Rasa** (GNUR)	4	0	1,5	1,5	0,4	1	217,36	1,5
	Galeria Nicho Duplo Simétrico Rasa (GNDSR)	7	0	1,7	1,7	1	1	88,86	2,57
	Galeria Nicho Duplo Assimétrico Rasa (GNDAR)	8	0	1,7	1,7	1	1	87,11	3,71
	Galeria Nicho Único Média (GNUM)	4	0	1,5	1,5	0,4	1	58,47	1,5
	Galeria Nicho Duplo Simétrico Média (GNDSM)	7	0	1,7	1,7	1	1	31,07	2,57
	Galeria Nicho Duplo Assimétrico Média (GNDAM)	8	0	1,7	1,7	1	1	30,56	3,71
	Galeria Nicho Único Profunda (GNUP)	4	0	1,5	1,5	0,4	1	39,43	1,5
	Galeria Nicho Duplo Simétrico Profunda (GNDSP)	7	0	1,7	1,7	1	1	22,89	2,57
	Galeria Nicho Duplo Assimétrico Profunda (GNDAP)	8	0	1,7	1,7	1	1	22,45	3,71
	Galeria Nicho Únicocom CEAs Rasa (GNUCEAR)	11	0,058	3,2	2	0,7	0,515	13,45	3
	Galeria Nicho Duplo Simétrico com CEAs Rasa (GNDSCEAR)	14	0,043	3,1	2	0,9	0,547	13,61	4
	Galeria Nicho Duplo Assimétrico com CEAs Rasa (GNDACEAR)	14	0,04	3,1	2	0,9	0,547	13,66	4
	Galeria Nicho Único com CEAs Média (GNUCEAM)	23	0,17	4,2	2,5	0,7	0,21	6,84	5
	Galeria Nicho Duplo Simétrico com CEAs Média (GNDSCEAM)	26	0,148	4,1	2,5	0,8	0,216	7,59	6
	Galeria Nicho Duplo Assimétrico com CEAs Média (GNDACEAM)	26	0,14	4,1	2,5	0,8	0,216	7,38	6
	Galeria Nicho Único com CEAs Profunda (GNUCEAP)	22	0,15	3,9	2,5	0,8	0,173	7,13	6
	Galeria Nicho Duplo Simétrico com CEAs Profunda (GNDSCEAP)	25	0,13	3,9	2,4	0,8	0,275	7,58	7
	Galeria Nicho Duplo Assimétrico com CEAs Profunda (GNDACEAP)	25	0,127	3,9	2,4	0,8	0,275	7,5	7
	Médias gerais		**0,056**	**2,68**	**1,97**	**0,80**	**0,67**	**37,94**	**3,96**

Fonte: o autor.

Tabela 16 - Escala de significância de correlação (R2) nas variações sem e com CEAs.

	TIPO DE GALERIA	SENOIDE	CHANFROS	NICHO
		Inteligibilidade (R2)	Inteligibilidade (R2)	Inteligibilidade (R2)
SEM CEAs	Galeria Único Rasa	1	1	1
	Galeria Duplo Simétrico Rasa	1	1	1
	Galeria Duplo Assimétrico Rasa	1	1	1
	Galeria Único Média	1	1	1
	Galeria Duplo Simétrico Média	1	1	1
	Galeria Duplo Assimétrico Média	1	0,92	1
	Galeria Único Profunda	1	1	1
	Galeria Duplo Simétrico Profunda	1	1	1
	Galeria Duplo Assimétrico Profunda	1	0,92	1
com CEAs	Galeria Único com CEAs Rasa	0,515	0,515	0,515
	Galeria Duplo Simétrico com CEAs Rasa	0,5	0,74	0,769
	Galeria Duplo Assimétrico com CEAs Rasa	0,7	0,7	0,769
	Galeria Único com CEAs Média	0,21	0,76	0,33
	Galeria Duplo Simétrico com CEAs Média	0,4	0,4	0,435
	Galeria Duplo Assimétrico com CEAs Média	0,32	0,35	0,4
	Galeria Único com CEAs profunda	0,27	0,27	0,435
	Galeria Duplo Simétrico com CEAs Profunda	0,45	0,47	0,47
	Galeria Duplo Assimétrico com CEAs Profunda	0,42	0,42	0,47
	Médias gerais	**0,70**	**0,74**	**0,73**

Escala de significância de correlação R2 com base em Melton (1935):

- Nenhuma - igual ou menor a zero;
- Insignificante - até 0,20 (4 galerias-7,5%)
- Leve - 0,21 a 0,39 (4 galerias-7,5%)
- Moderada - 0,40 a 0,69 (13 galerias-24%)
- Pronunciada - 0,70 a 0,89 (6 galerias-11%)
- Muito pronunciada - 0,90 a 0,99 (2 galerias-4%)
- Perfeita -1,0 (25 galerias-46%)

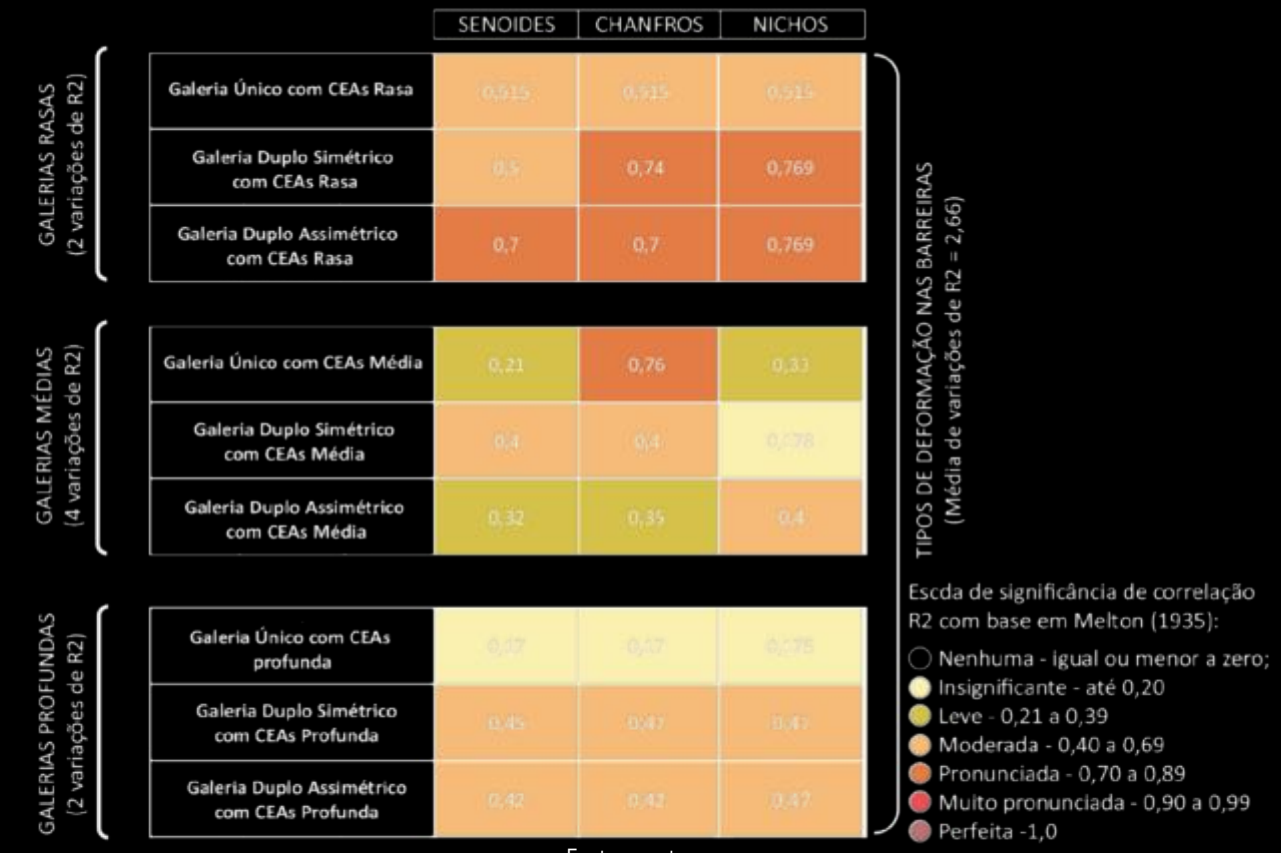
Fonte: o autor.

Tabela 17 - Variação valores de R2 segundo o tipo de deformação das barreiras nas galerias com CEAs.



Fonte: o autor.

Tabela 18 - Variação valores de R2 segundo a profundidade das cavidades nas galerias com CEAs.



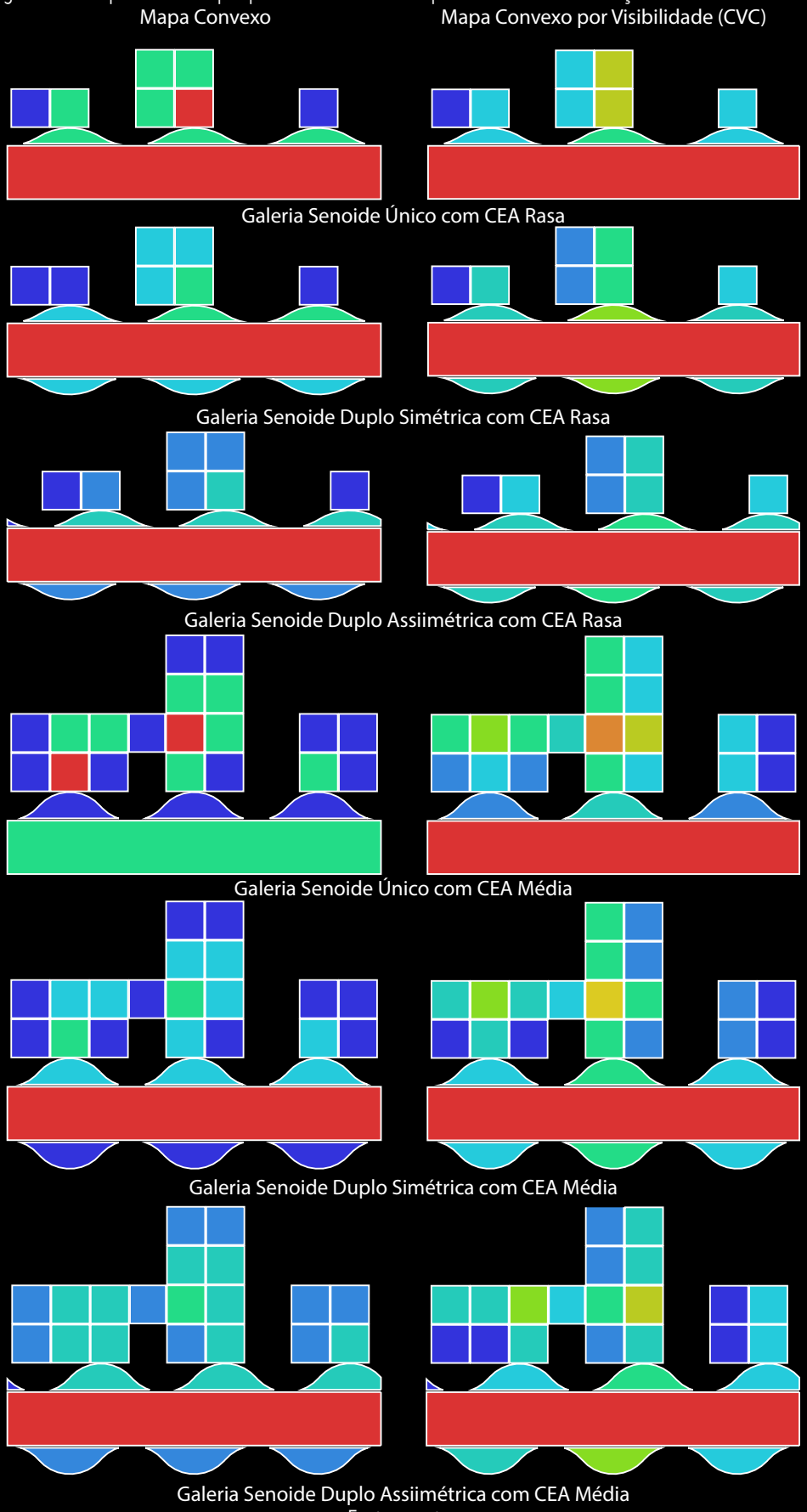
Fonte: o autor.

Como vimos no capítulo 2, a CVC comportou-se diferente nos modelos hipotéticos e nas galerias históricas. Nos leiautes hipotéticos reduzidos, com leiautes de 4, 6 e 8 espaços, a GP-8 teve maior CVC do que as GP-6 e 4, o que se deve ao aumento da profundidade dos sistemas de espaços enfileirados. Por meio de variações alternativas de GP-4 e SP-4, apenas quando alteramos o posicionamento das permeabilidades entre um espaço e outro, de modo que o visitante não mais pudesse ver todos os espaços a partir do acesso, esse comportamento foi alterado, e a CVC diminuiu. Nas galerias históricas, contudo, relacionando as GPs em linha reta a sistemas mais complexos (galerias híbridas e rotundas), as primeiras apresentaram uma menor conectividade visual. Enquanto exemplos de GPs em linha reta apresentaram valores baixos de CVC – Sabbioneta (CVC=1,0), Antiquarium (CVC=2,0), Grande Galerie com nichos (CVC=1,6) e Altes Pinakothek (AP) parcial (CVC=3,7) – os de SPs mostraram valores mais altos (AP completa (CVC = 18,5), o Altes Museum parcial (CVC=9,8) e sua rotunda (CVC=15,5)), indicando que há a probabilidade de que menores valores de CVC estejam associados a galerias mais progressivas.

Observando as 54 variações de GP criadas, das quais 27 são do tipo sem CEAs (que, apesar das transformações, têm leiautes mais próximos à condição puramente progressiva) e 27 com CEAs, o grau de CVC decaiu em todas as famílias (senoides, chanfros e nichos) à medida que as galerias tornaram-se mais complexas e com os grupos de CEAs em anéis, como vimos nos grafos justificados tipos 3 e 4 (ver Figuras 271 e 272). Os menores índices ocorreram nas galerias sem CEA, com CVC de 1,5 nas únicas e 2,5 nas duplas simétricas e assimétricas. Os maiores valores foram registrados nas galerias com CEA, com CVC variando de 3,0 (único rasa) a 7,0 (duplos profundas).

O comportamento relativo à conectividade visual nas galerias com CEAs foi representado em mapas convexos, os quais contrastamos com os de permeabilidade física. Em todos os leiautes de ambos os tipos de mapas, a galeria principal permaneceu como o espaço com maior grau de conectividade física e visual (representado pelo retângulo central na cor vermelha). Em geral, nem sempre que a conectividade física aumentou o mesmo aconteceu com a CVC, o que remete ao experimento que fizemos com os leiautes de GP-4, nos quais, mantendo o mesmo grau de conectividade, a CVC só foi alterada, diminuindo de valor, quando as permeabilidades entre espaços tornaram-se desalinhadas em relação a um mesmo eixo visual. Inversamente, o grau de CVC nos espaços fora da galeria principal só aumentou (CEAs representadas nas cores amarelo, vermelho e laranja nos mapas) quando suas permeabilidades estavam alinhadas simultaneamente com o eixo visual (vertical) das cavidades na galeria principal e com o eixo visual (horizontal) com as demais células em enfilade, indicando que nesses espaço haveria mais probabilidade de visitantes verem e serem vistos, assim como de verem mais facilmente o conteúdo expográfico naqueles espaços a partir de outros e vice-versa (ver Figuras 274 a 279).

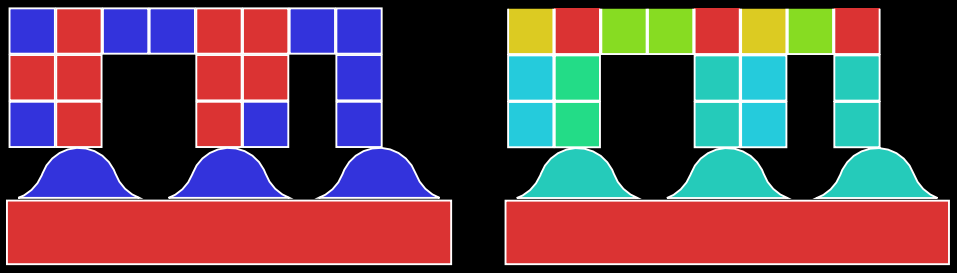
Figura 274: Mapas convexos por permeabilidade física e por visibilidade das variações senoides com CEAs.



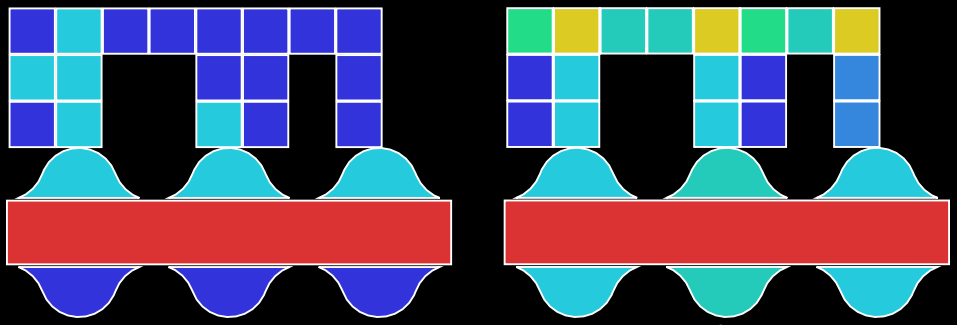
Fonte: o autor.

Figura 275: Mapas convexos por permeabilidade física e por visibilidade das variações senoides com CEAs.

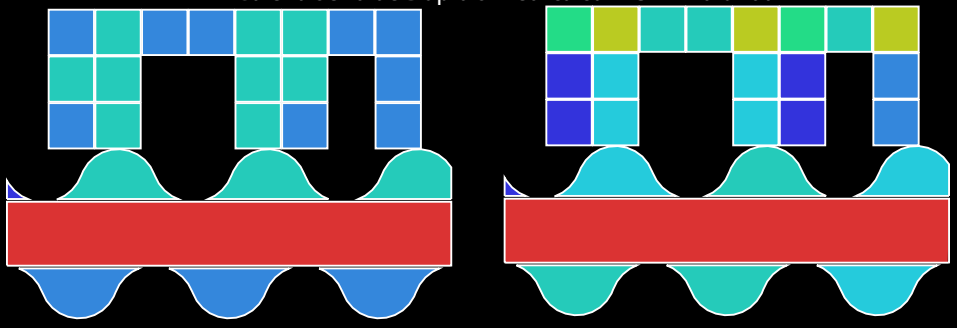
Mapa Convexo | Mapa Convexo por Visibilidade (CVC)



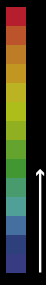
Galeria Senoide Único com CEA Profunda



Galeria Senoide Duplo Simétrica com CEA Profunda

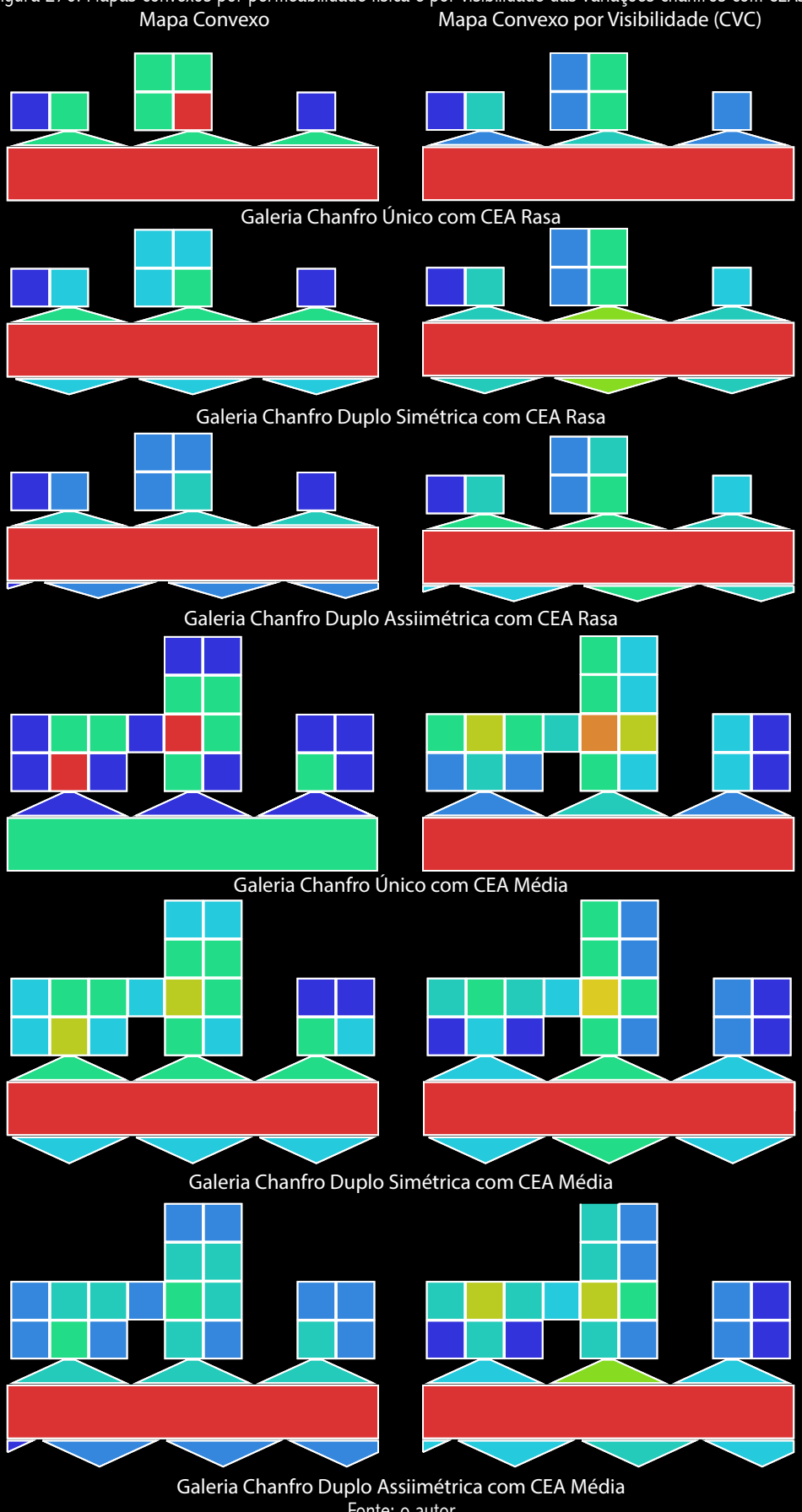


Galeria Senoide Duplo Assiimétrica com CEA Profunda



Fonte: o autor.

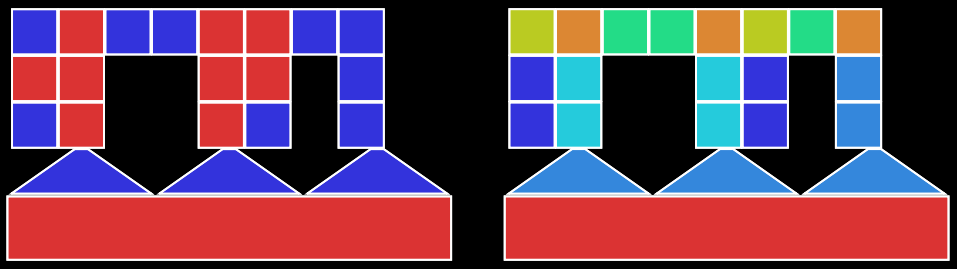
Figura 276: Mapas convexos por permeabilidade física e por visibilidade das variações chanfros com CEAs.



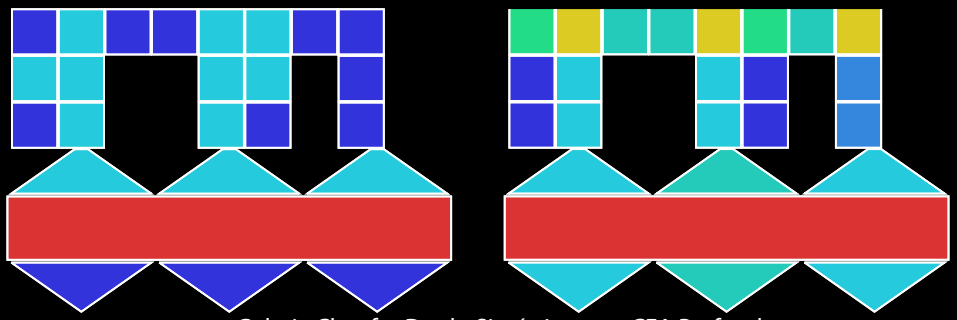
Fonte: o autor.

Figura 277: Mapas convexos por permeabilidade física e por visibilidade das variações chanfros com CEAs.

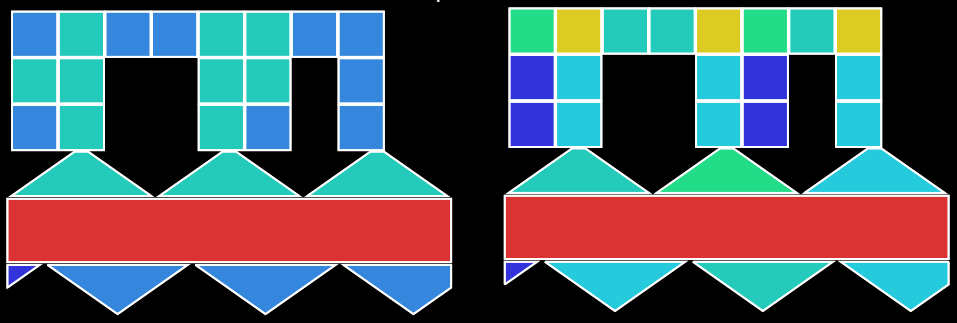
Mapa Convexo | Mapa Convexo por Visibilidade (CVC)



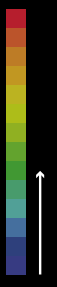
Galeria Chanfro Único com CEA Profunda



Galeria Chanfro Duplo Simétrica com CEA Profunda

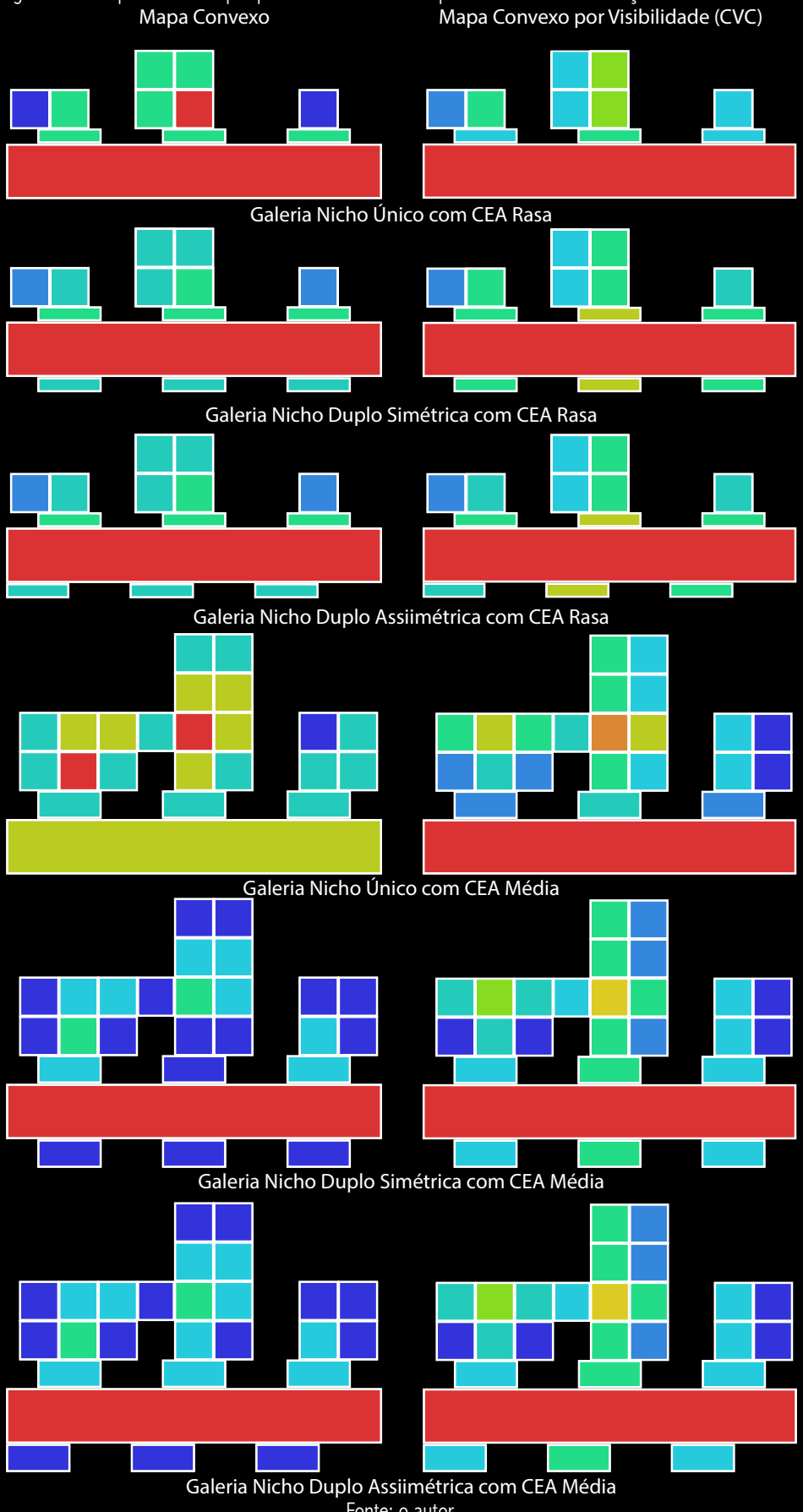


Galeria Chanfro Duplo Assiimétrica com CEA Profunda



Fonte: o autor.

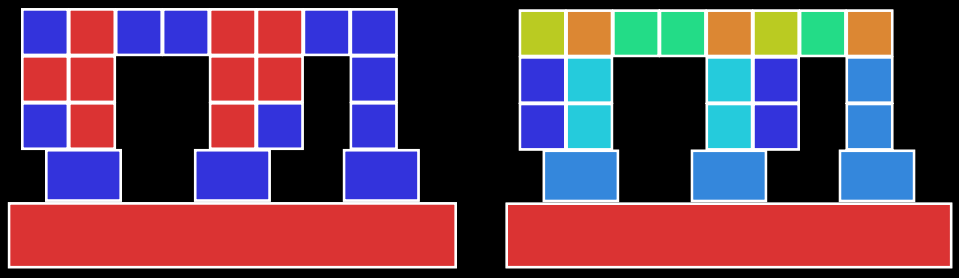
Figura 278: Mapas convexos por permeabilidade física e por visibilidade das variações nichos com CEAs.



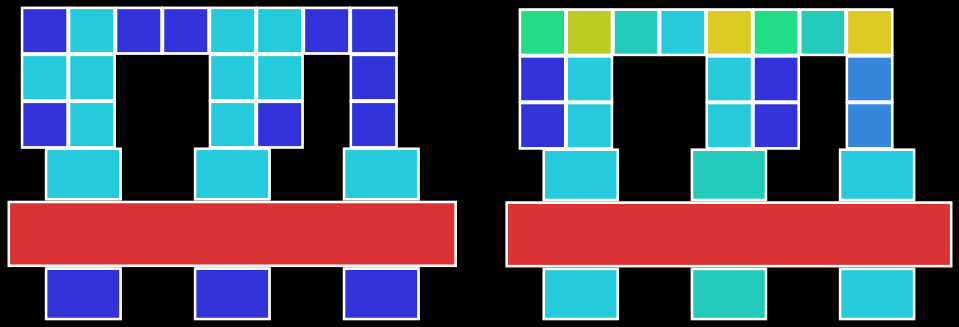
Fonte: o autor.

Figura 279: Mapas convexos por permeabilidade física e por visibilidade das variações nichos com CEAs.

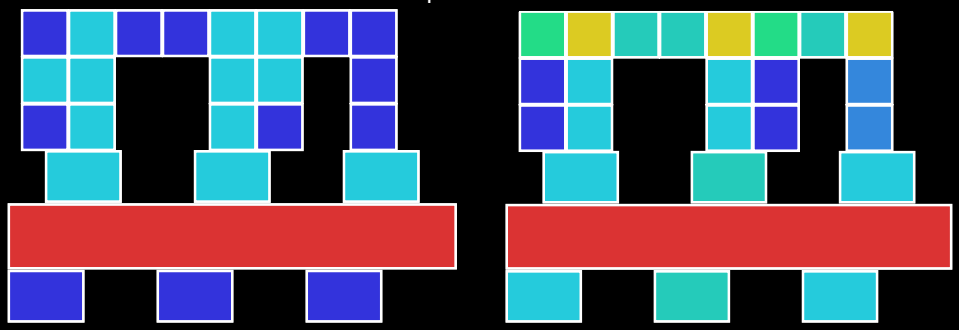
Mapa Convexo | Mapa Convexo por Visibilidade (CVC)



Galeria Nicho Único com CEA Profunda



Galeria Nicho Duplo Simétrica com CEA Profunda



Galeria Nicho Duplo Assiimétrica com CEA Profunda



Fonte: o autor.

5.3.2 Sobre axialidade nas galerias progressivas

Uma representação axial na SE é composta pelo menor número de linhas mais longas e caminháveis em um leiaute e quanto mais estas se conectam a outras linhas, maior o seu grau de conectividade. São essas linhas mais conectadas que podem indicar os prováveis eixos de movimento, pois tendem a estimular um fluxo mais intenso de pessoas, facilitando alcançar determinados destinos, assim como encontros interpessoais.

No capítulo 2, a representação axial dos leiautes hipotéticos apontou para a uniaxialidade das GPs (em contraste com a muiltiaxialidade das SPs), ratificada pelo tipo de galeria histórica do tipo linha reta e sua predisposição a um número reduzido de linhas axiais. No tipo radial, as linhas axiais mais conectadas atravessavam o espaço convexo central circular, indicando a maior probabilidade de movimento ali e, no tipo galeria híbrida, as linhas mais conectadas geralmente acompanhavam os eixos dos espaços estruturadores e, caso esta existisse, perpassavam a rotunda.

No capítulo 4, vimos que, no leiaute do térreo do MCI, as linhas mais conectadas atravessavam o átrio de uma extremidade à outra, confirmando a importância desse elemento, e, no piso principal, reforçavam a estratégia do cata-vento como elemento direcionador de percursos, contendo em um de seus eixos (que também se abre ao exterior), a linha axial mais conectada, que cruzava vários espaços expositivos. O térreo do MG mostrou linhas longas e conectadas marcando a centralidade do átrio, mas que também direcionavam os visitantes ao início da rampa e ao hall do elevador, pontos chave na concepção de Wright e, contrariamente, no mesmo piso, as linhas axiais no antigo monitor (torre menor) ratificaram a segregação pretendida pelo arquiteto. Com a reforma e ampliação na década de 1990, um novo conjunto de linhas mais longas e mais conectadas foi adicionado entre a torre da rotunda e o antigo monitor, e deste para as novas galerias do anexo, facilitando eixos de movimento fora das galerias da rampa.

Nas 54 variações criadas para estender a investigação acerca da GP, à medida que os leiautes se tornam menos progressivos, há uma maior tendência à multiaxialidade. As galerias sem CEAs, independente da família, no geral, apresentam um número reduzido de linhas axiais. Os arranjos únicos dispõem de três linhas, uma vez que, com a adição das cavidades, não é mais possível ao visitante mover-se ao longo de uma única linha que cubra todo o leiaute. Nas galerias sem CEA duplo simétrica e assimétrica, tem-se com mais frequência quatro linhas, com cinco linhas ocorrendo em alguns casos de chanfros e nichos, sobretudo nos arranjos assimétricos.

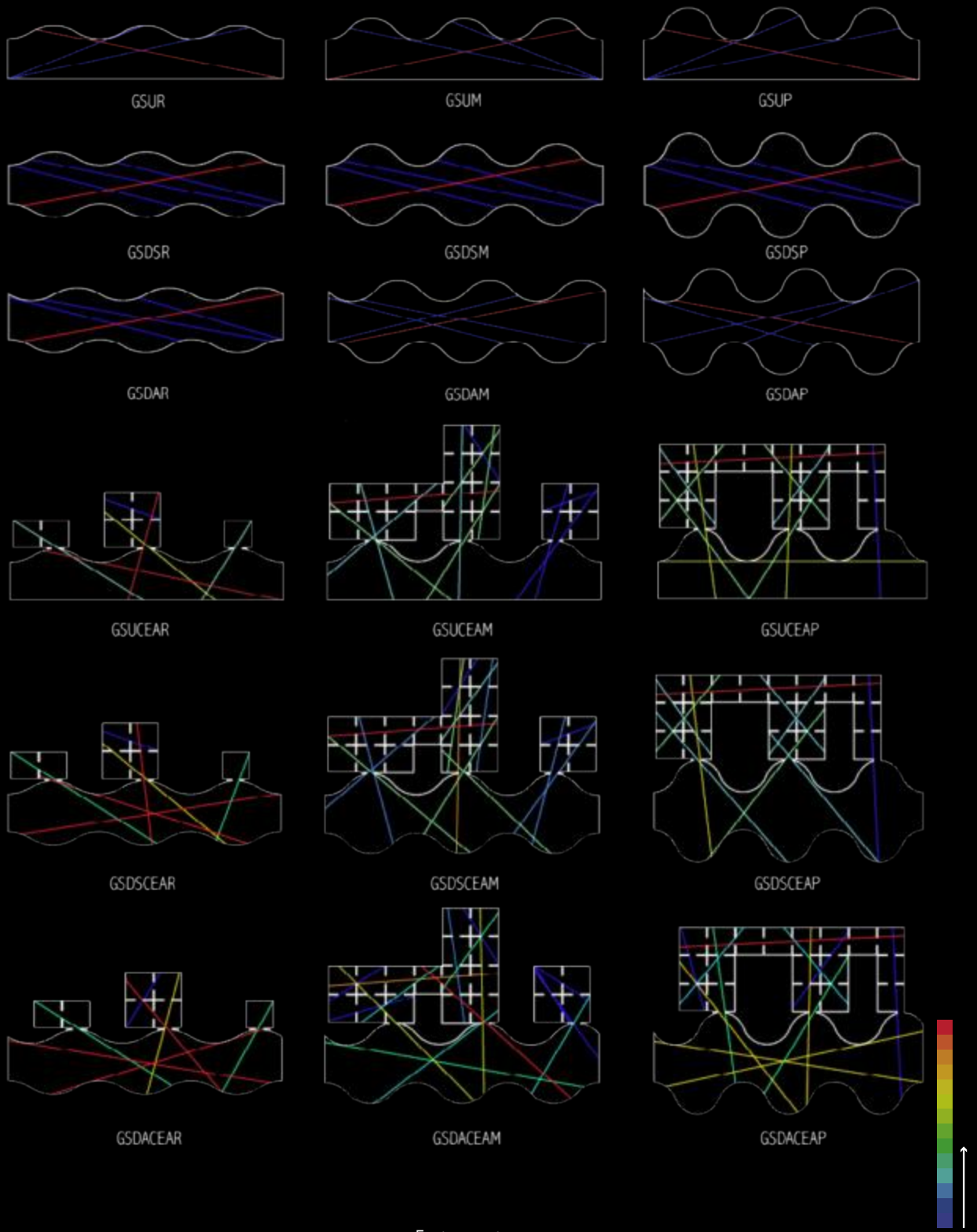
Em todas as galerias sem CEA há sempre uma linha mais conectada do que as demais (representada na cor vermelha), com exceção dos arranjos com chanfros e nichos duplos assimétricos, que, pela geometria e assimetria das barreiras, exigem cinco linhas para que todos os espaços convexos sejam atravessados, só que, nas galerias chanfradas, mais linhas se entrecruzam ao centro do leiaute, portanto, estas são mais conectadas, gerando um núcleo mais ativo do que nas demais galerias (ver Figuras 280 a 282).

Em todos os leiautes duplos médios e profundos, nos quais há pelo menos um anel entre os grupos de CEAs (ver grafos justificados tipos 3 e 4 na subseção 5.3.1), na maioria dos casos, a linha axial mais conectada transfere-se da galeria principal para o sistema de espaços paralelo a esta, atravessando as células em enfilade. Isso ocorre devido ao sistema de permeabilidade nas múltiplas CEAs e destas para a galeria principal, um aspecto que poderemos verificar se também é recorrente no padrão de movimentos de agentes, que apresentaremos na subseção 4.3.4. Essa condição se assemelha ao que ocorreu no MG com a reforma na década de 1990, quando a representação axial do leiaute do pavimento superior passou a apresentar linhas mais conectadas entre o antigo monitor/biblioteca e as novas galerias do anexo, ampliando os eixos de movimento fora da rotunda.

Nas galerias únicas e duplas rasas, cada uma com três grupos de CEAs, mas sem anéis entre estes (grafo justificado tipo 2 apresentado na subseção 4.3.1), mesmo que surja uma linha axial também muito conectada entre a galeria principal e o grupo de células (com um anel) ao centro desta, pelo menos uma linha com alto grau de conectividade continua a ocorrer na galeria principal. Essa é uma condição semelhante à encontrada no MG no nível 2 do projeto inaugural do museu (1959), no qual, analogamente à linha conectada transversal das galerias com CEAs aqui referidas, tem-se um eixo que conecta o antigo monitor, passando pela antiga biblioteca, aos espaços expositivos na galeria progressiva da rotunda, só que, no museu, essa linha tem maior grau de conectividade do que quase todas as demais localizadas na rotunda.

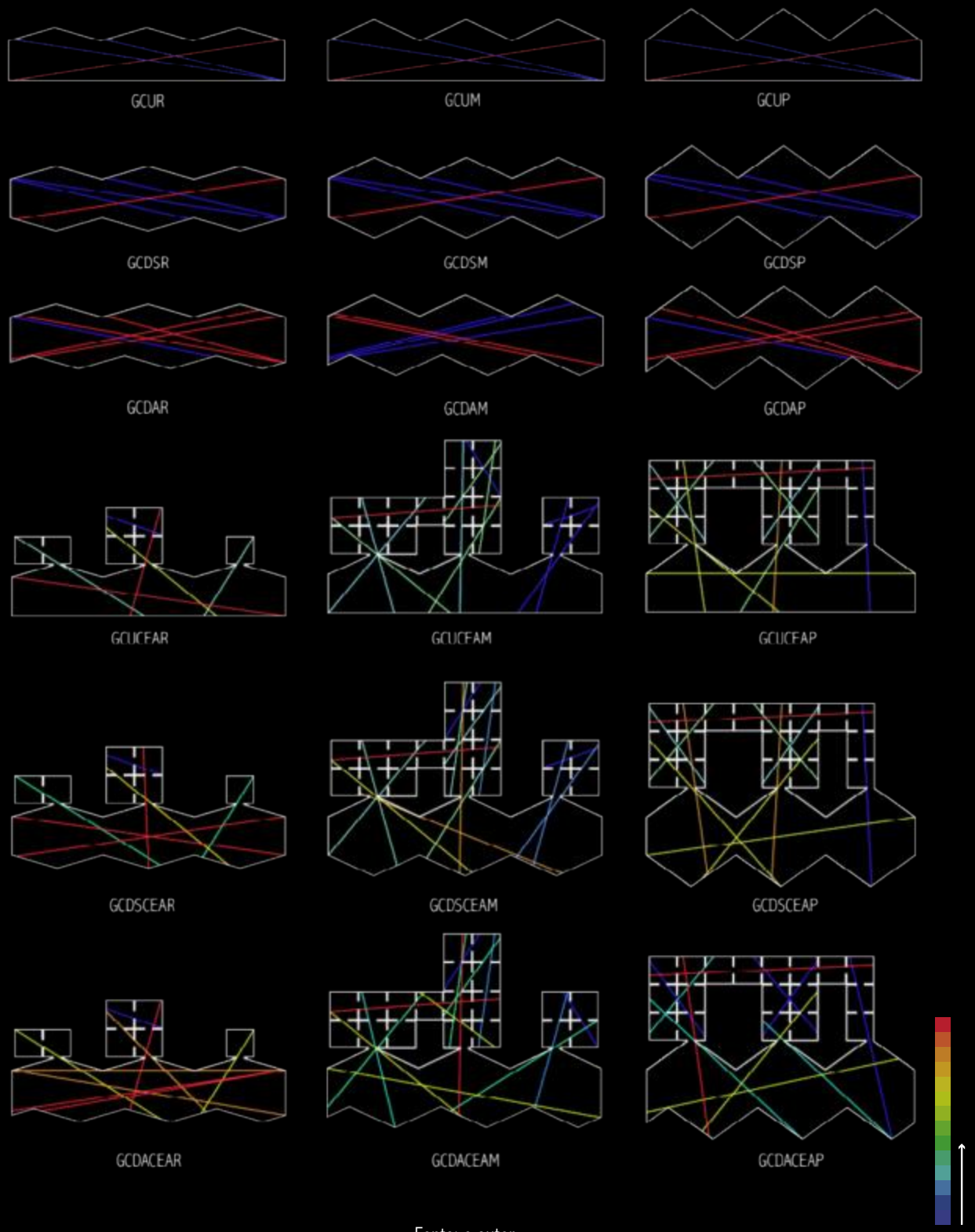
Com base nessa análise, dois aspectos em particular emergem. O primeiro, e talvez mais óbvio, é que, conforme haja mais anéis no sistema paralelo à galeria principal, os eixos de movimento nesta são enfraquecidos, o que poderia levar a um menor fluxo de visitantes nessa área, e, em consequência, atenuar a probabilidade de encontros sociais no local. Em contrapartida, o segundo aspecto é que os resultados aqui nos levam a considerar o potencial em explorar a conciliação de arranjos mais intricados (como nas CEAs com anéis) com a manutenção de um alto grau de conectividade na galeria principal, o que talvez pudesse ser atingido com ajustes na forma das cavidades e no posicionamento das permeabilidades, testes estes não realizados por questões de limite no escopo desta tese. Dessa forma, quem sabe, poder-se-ia combinar a força do eixo de movimento na GP com a possibilidade de eixos secundários que permitissem movimentos cruzados, estimulando alcançar destinos alternativos e encontrar mais pessoas durante a visita à galeria, como, conforme vimos, parece acontecer na concepção de Le Corbusier para o MCI.

Figura 280: Mapas axiais das galerias senoides.



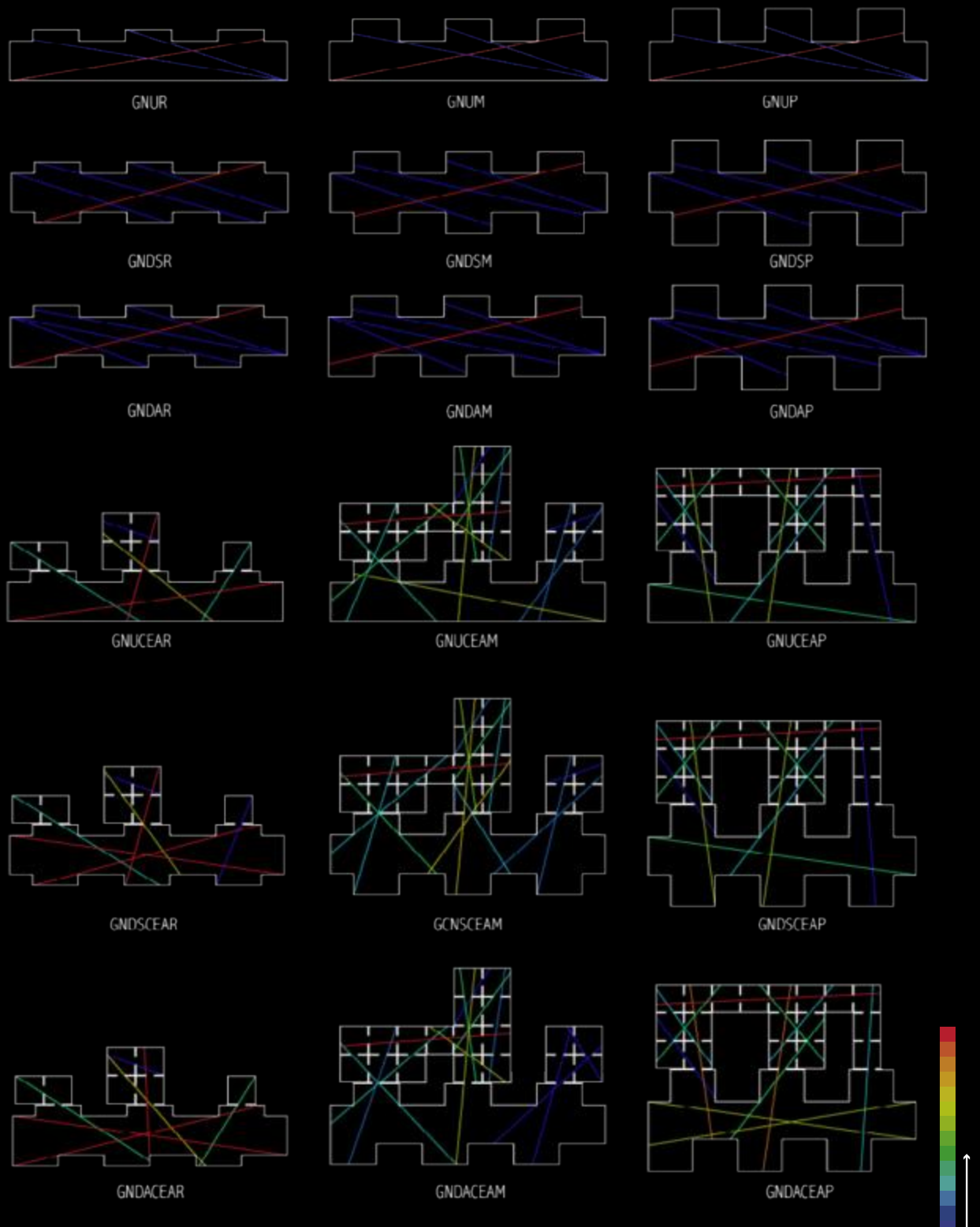
Fonte: o autor.

Figura 281: Mapas axiais das galerias chanfros.



Fonte: o autor.

Figura 282: Mapas axiais das galerias nichos.



Fonte: o autor.

5.3.3 Sobre visibilidade nas galerias progressivas

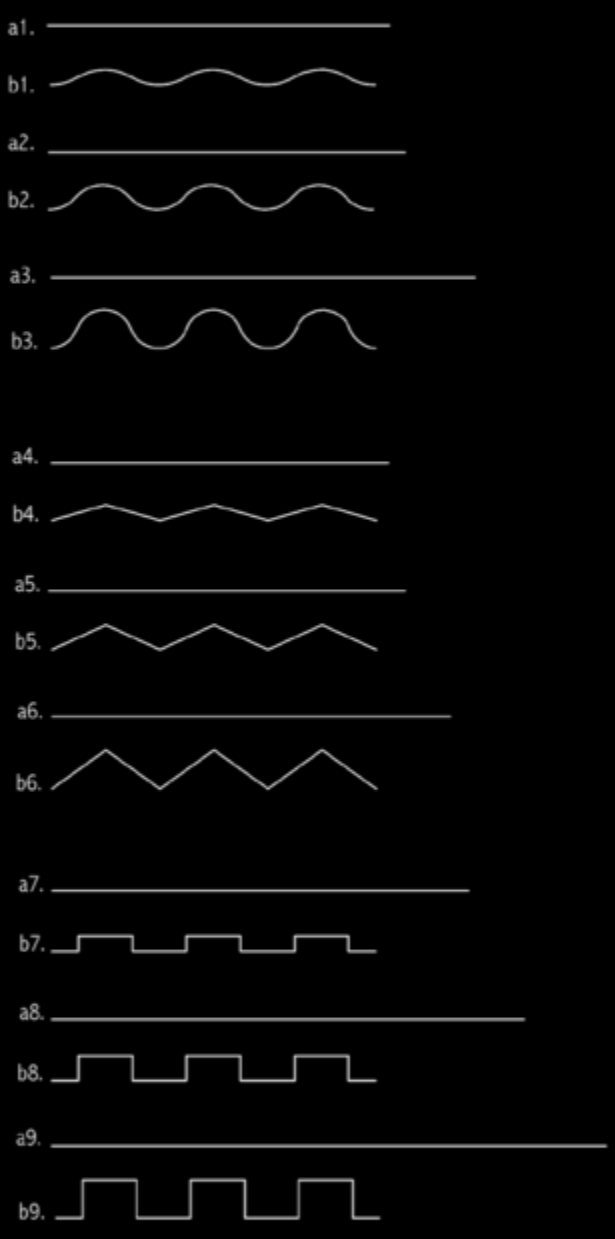
Ver e se movimentar são conceitos bem diferentes na SE: o movimento requer gasto de energia para mover corpos, o que o relaciona de modo crítico à distância, já a visão ou ato de ver é um conceito informacional, envolvendo mais o esforço do cérebro do que o físico. Como exemplo, tem-se uma linha reta, com um dado comprimento, que requer uma certa quantidade de energia para que alguém se mova nela do início ao fim, mas, como a linha tem apenas um campo visual, só exige um esforço de uma unidade de informação. Quando essa linha é quebrada em segmentos, mantendo o mesmo comprimento total inicial, o acréscimo em termos de esforço de energia para se mover ao longo desta não é significante, mas acrescentamos muito ao esforço informacional que passa a ser necessário (HILLIER, 2003).

A integração visual que endereçamos nesta subseção afere justamente "quantos campos de visão temos de levar em consideração para ver todo o sistema, e, portanto, o esforço informacional exigido para que se vejam todos os pontos de todos os outros pontos" (HILLIER, ANO, p. 06.2, tradução nossa). A profundidade métrica total, por sua vez, é a distância real de todos os pontos para todos os outros, ou o esforço de energia que deve ser usado para se movimentar de todos os pontos para todos os demais.

Observando os mapas de integração visual nas variações criadas, podemos dizer que em todos os arranjos os campos visuais de onde se pode ver os demais espaços a partir de uma única vista localizam-se na galeria principal, espaço longilíneo central que corresponde à galeria progressiva pura em seu estado inicial. Também podemos dizer que os campos visuais, em geral, são bastante afetados pelo tipo de deformação das barreiras limítrofes nos arranjos (única, dupla simétrica ou dupla assimétrica), sem e com CEAs (ver Figuras 283 a 286).

Nas galerias com deformação unilateral sem CEAs, os nós de onde os demais espaços são vistos mais facilmente (representados na cor vermelha nos mapas VGA) são deslocados do centro geométrico da galeria principal em direção à barreira limítrofe não deformada (paralela à que sofreu deformação), pois essa área permite uma maior intervisivibilidade para com os demais espaços do leiaute, compostos pelas cavidades. Nesse tipo de arranjo são registrados os mais altos valores de integração visual, sobretudo nas galerias chanfros, o que pode ser melhor observado quando isolamos os nós mais integrados nos mapas VGAs, com indicação dos picos máximos de integração visual (HH de 5.600 (galeria média), 5.364 (galeria profunda) e 5.094 (galeria rasa)). Também com picos muito altos, porém mais baixos do que nas galerias chanfros, tem-se as senoides (HH de 4.810 (galeria rasa), 1.341 (galeria média) e 229 (galeria profunda)) e, com valores relativamente menores, tem-se as galerias nicho (HH de 704 (galeria rasa), 122 (galeria média) e 77,5 (galeria profunda)).

Figura 283: Estágio inicial da barreira com um único campo visual (linha reta) e sua deformação (senoides, chanfros e nichos) com múltiplos campos visuais, demandando mais esforço informacional.



Fonte: o autor.

Contudo, em cada família, as galerias únicas apresentam valores de integração bem mais altos do que nas com CEAs, o que pode ser indicativo de que quanto mais progressivo é um arranjo, mais integrado visualmente este é (ver Figuras 287 a 289).

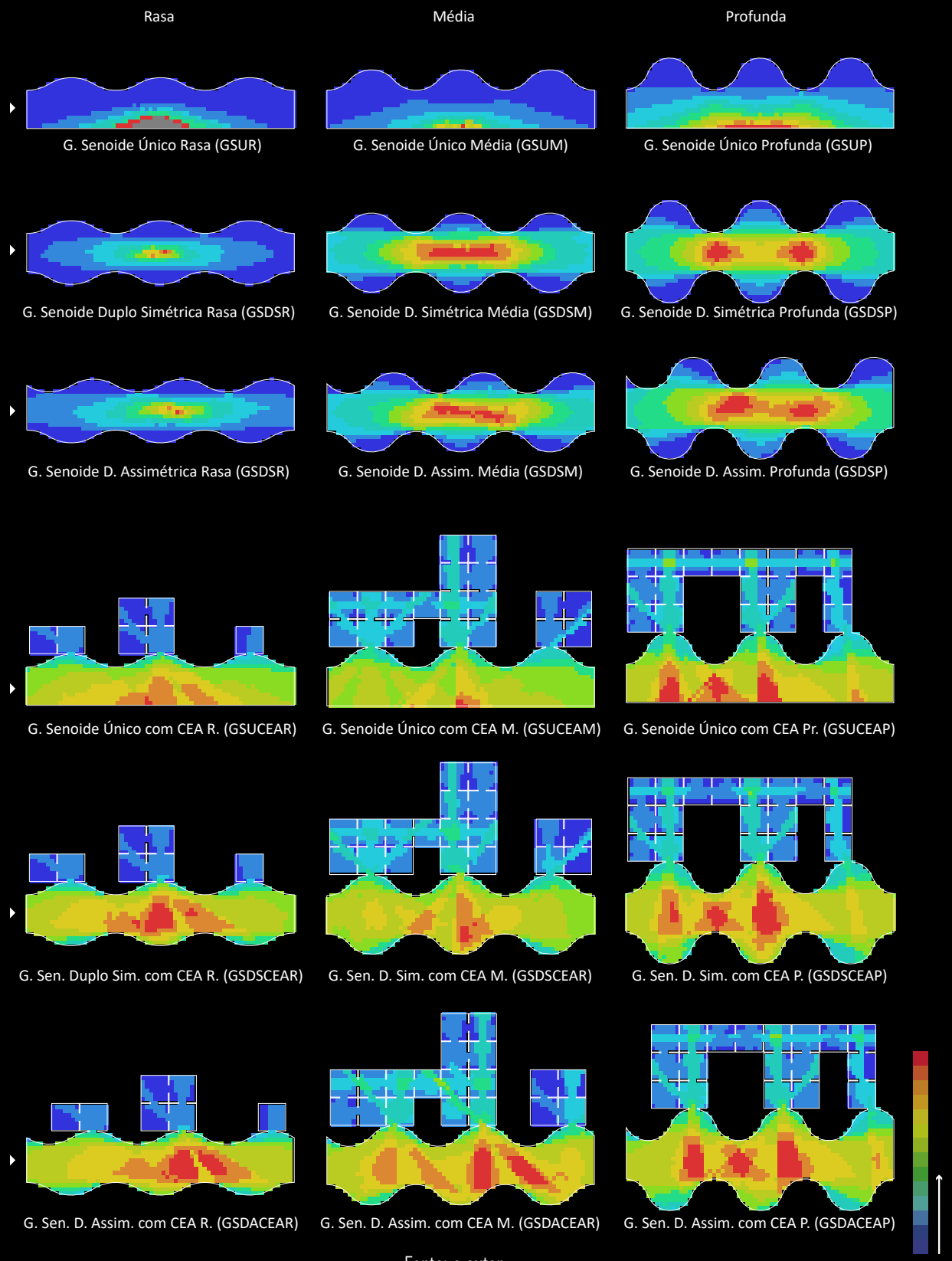
Ainda nos arranjos sem CEAs, quando estes têm ambas as barreiras longitudinais deformadas, os nós com maiores valores de integração visual encontram-se mais próximos ao eixo da galeria principal, conformando campos visuais cujas formas variam de ovalar, regular e longilínea (galerias senoide e chanfro rasas e médias) a mais irregular e fragmentada (galerias profundas). No entanto, nas galerias nicho médias e profundas, os campos visuais que permitem uma maior intervisibilidade são bem maiores, mas quando observamos seus valores de picos de integração (HH de 47,7 (GNDSM), 46,5 (GNDAM), 35,4 (GNDSP) e 35,1 (GNDAP)) que decaem à medida que as cavidades ganham profundidade, estes são bem menores do que nas famílias chanfro (HH de 752,2 (GCDSM), 375,6 (GCDAP), 112,6 (GCDSM) e 112,4 (GCDAP)) e senoide (HH de 165,7 (GSDSM), 149,8 (GSDAP), 77,7 (GCDSM) e 74,5 (GCDAP)).

Essa condição parece encontrar explicação em Hillier (2003), que se refere ao fato de uma linha reta com um único campo visual demandar menos esforço informacional do que quando é quebrada em segmentos (ver Figura 283). Nas galerias em nicho, esse esforço é maior já que o visitante tem de levar em consideração mais campos visuais para ver toda a galeria, o que só aumenta ao passo que esta ganha CEAs, levando à diminuição dos valores de integração visual em todos os arranjos.

Quando contrastamos os valores de integração visual nas galerias sem CEAs e com CEAs, é evidente que estas últimas são menos integradas. Analisando os menores valores de integração visual nas 54 galerias (HH varia entre 3,1 e 17,5), todos os mais baixos ocorrem naquelas com CEAs que se mantêm no patamar de HH próximo ao valor 3,0 independente da família (HH varia entre 3,1 e 3,9), enquanto nas galerias sem CEAs não são registrados valores menores que 7,8.

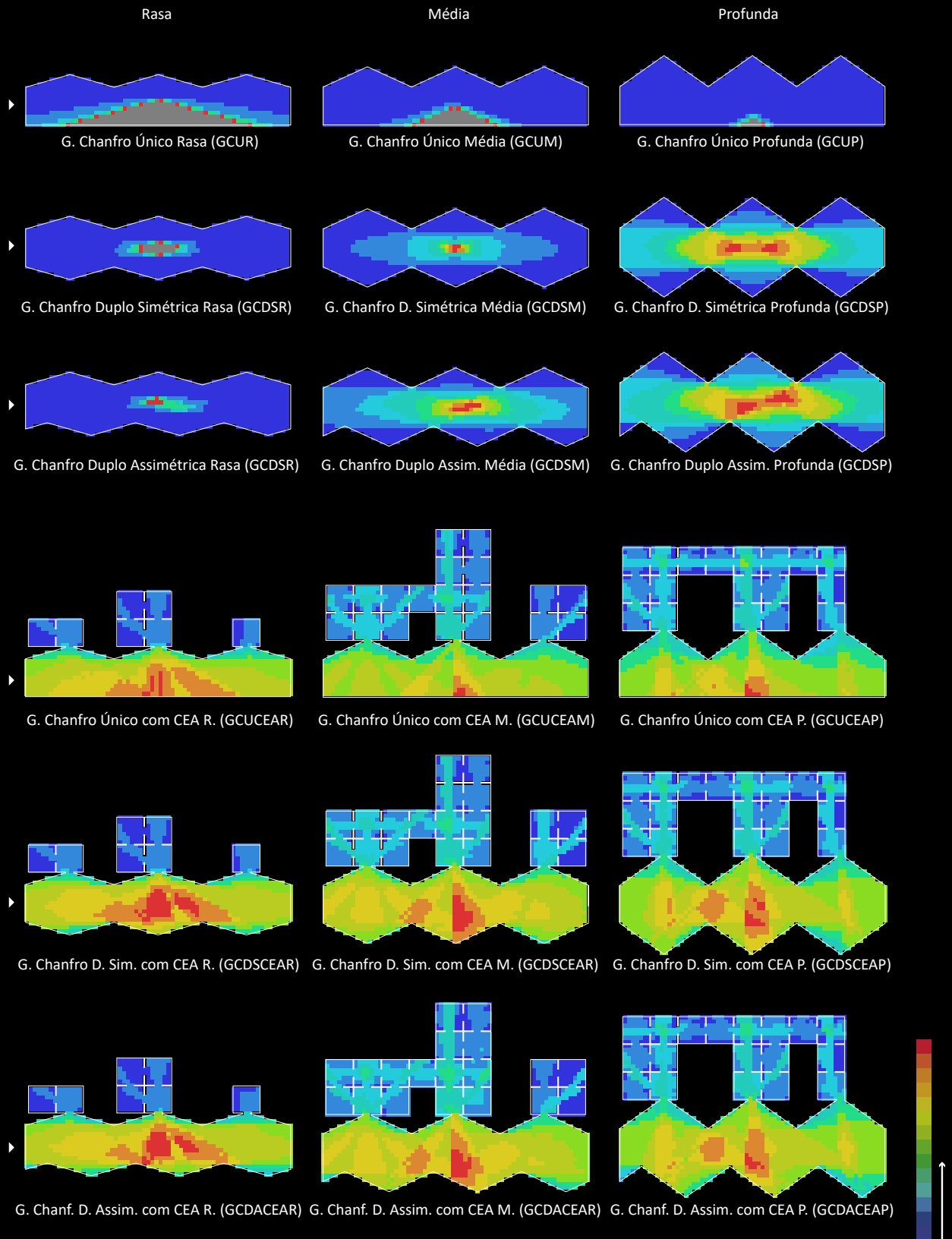
Dessa forma, baseado nos arranjos analisados, se a integração visual de um ponto é afetada por onde está aquilo que é visto e onde o observador se posiciona, e se posições de um leiaute com maior integração visual implicam de onde se pode ver os demais espaços a partir de uma única vista (HILLIER, 2003, p.06.7), as galerias únicas tiveram uma performance bem melhor do que as acrescidas de CEAs, o que poderia indicar que, quanto mais progressiva uma galeria, mais os visitantes podem explorá-la sob o ponto de vista do "continuum espacial e da integração visual" (AMORIM, 2012, p.35), potencializando a apreciação e a compreensão lógica do seu espaço. É importante frisar ainda que, como os maiores valores de integração visual foram encontrados na galeria principal, indicando que desse local se veria a maior parte do leiaute, também nessa localidade haveria uma maior probabilidade dos visitantes serem mais facilmente vistos e verem outras pessoas, reforçando a sua relevância enquanto espaço social.

Figura 284: Mapas integração visual das galerias senoides.
Mapas Integração Visual (HH)



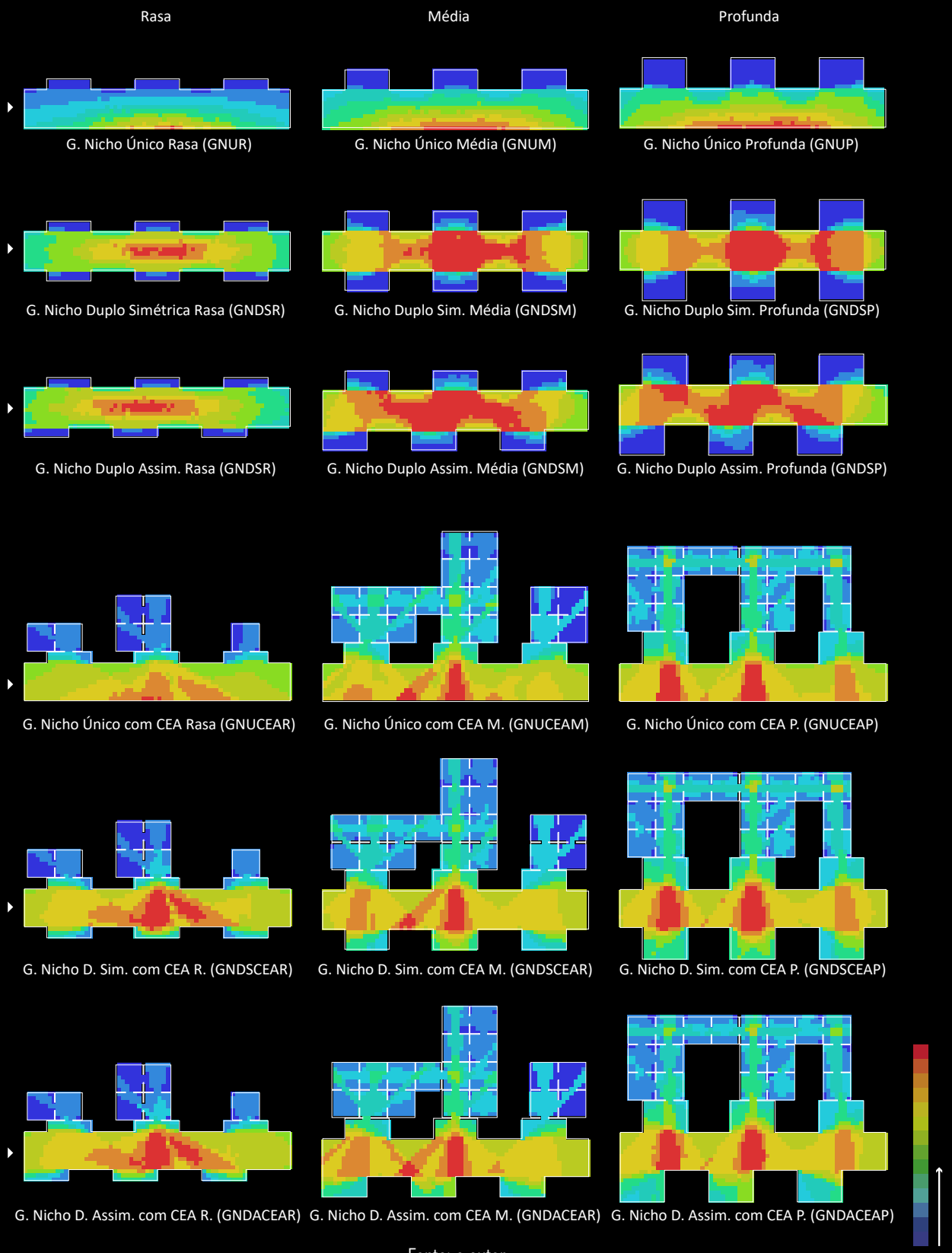
Fonte: o autor.

Figura 285: Mapas integração visual das galerias chanfros.
Mapas Integração Visual (HH)



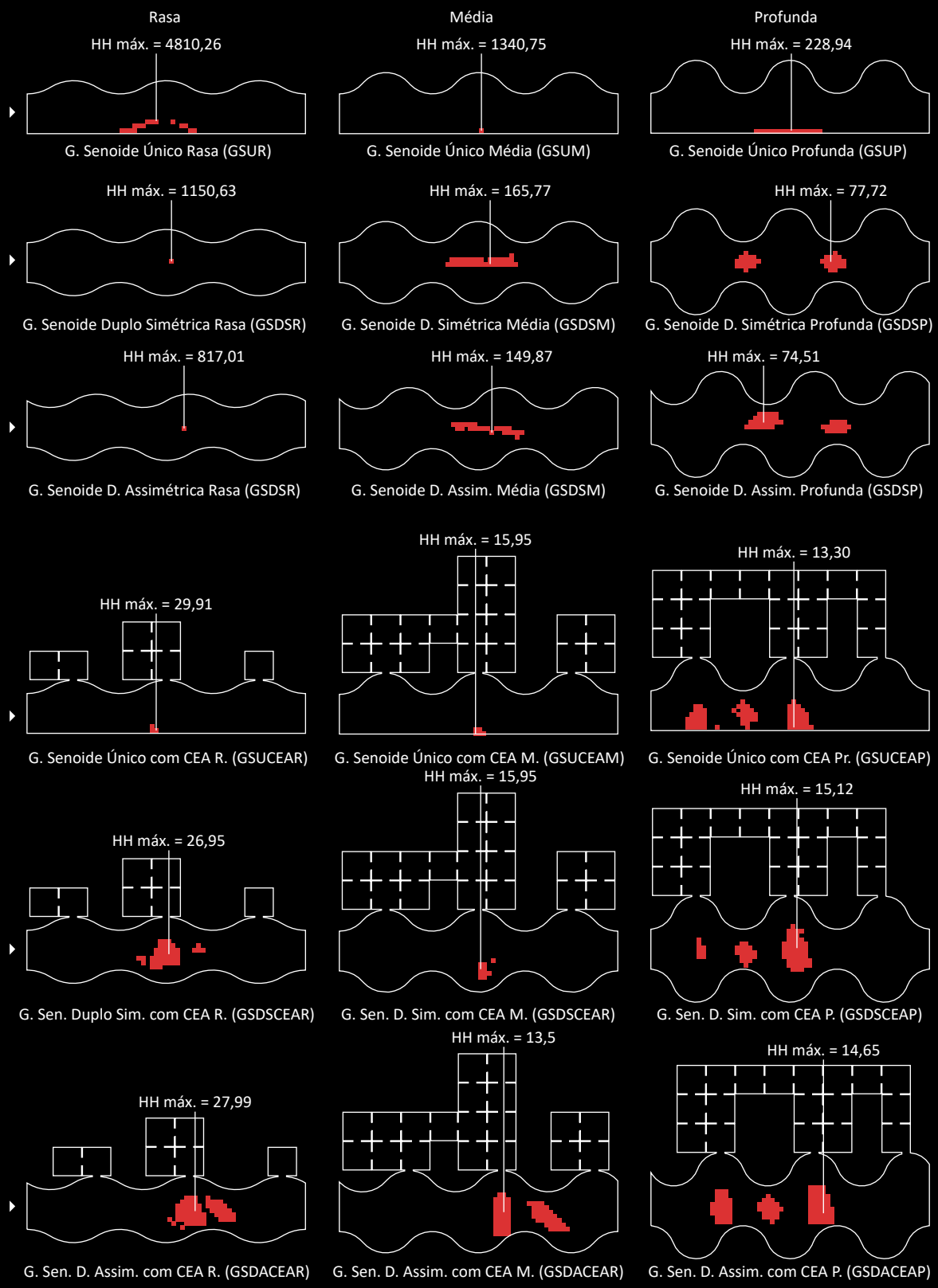
Fonte: o autor.

Figura 286: Mapas integração visual das galerias nichos.
Mapas Integração Visual (HH)



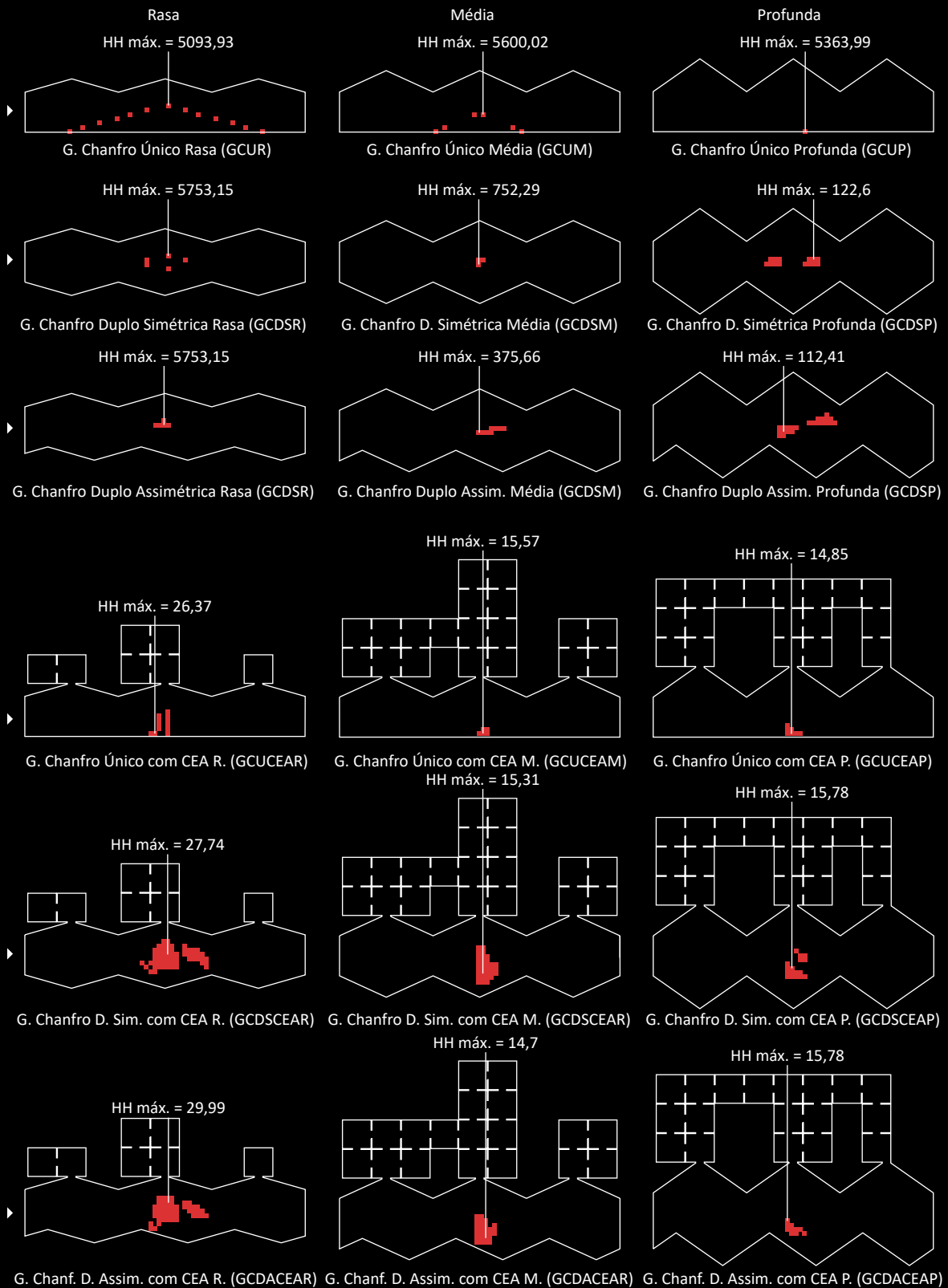
Fonte: o autor.

Figura 287: Áreas e nós com maior valor de integração visual das galerias senoides.
Mapas Integração Visual (HH)



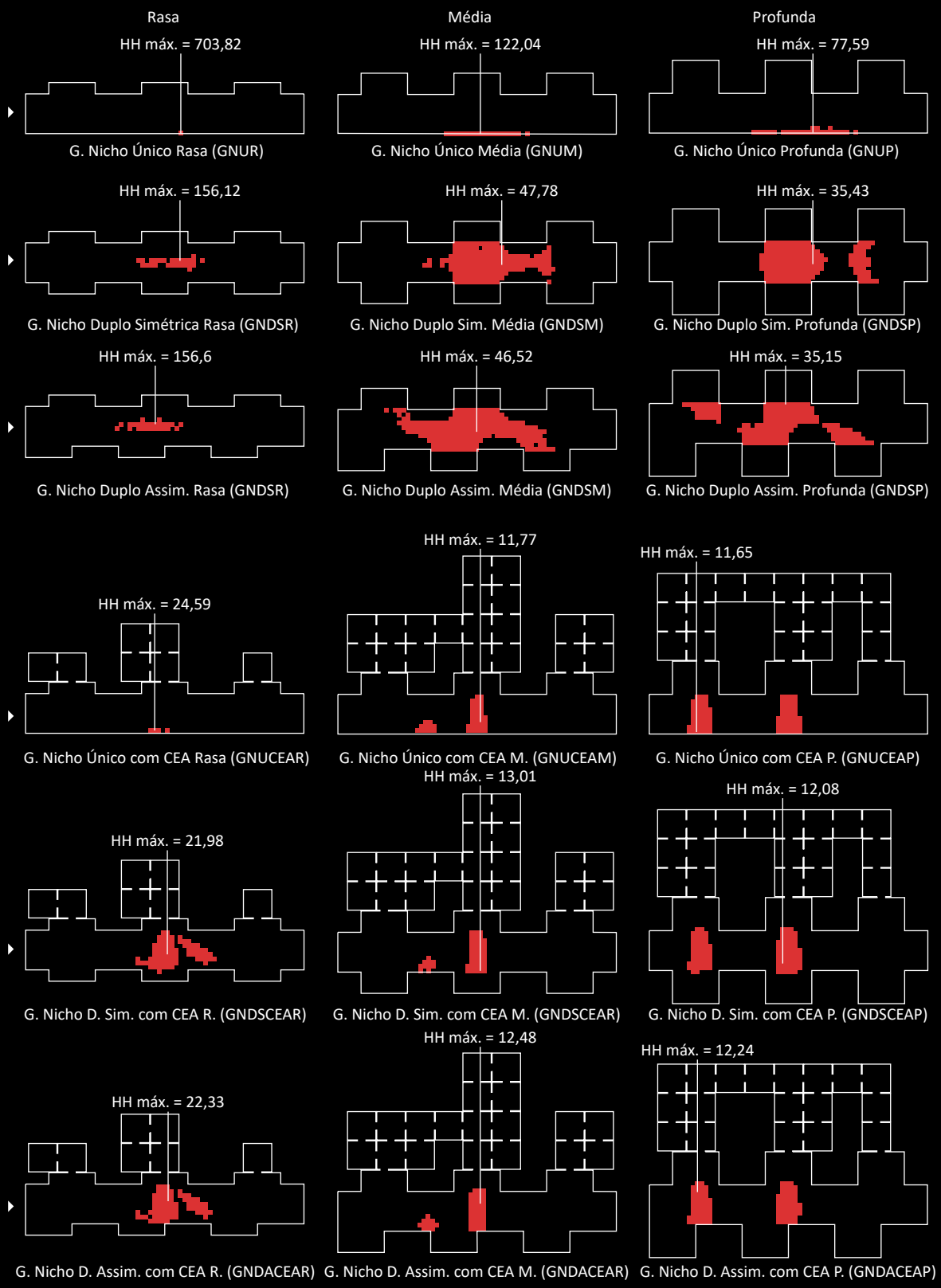
Fonte: o autor.

Figura 288: Áreas e nós com maior valor de integração visual das galerias chanfros.
Mapas Integração Visual (HH)



Fonte: o autor.

Figura 289: Áreas e nós com maior valor de integração visual das galerias nichos.
Mapas Integração Visual (HH)



Fonte: o autor.

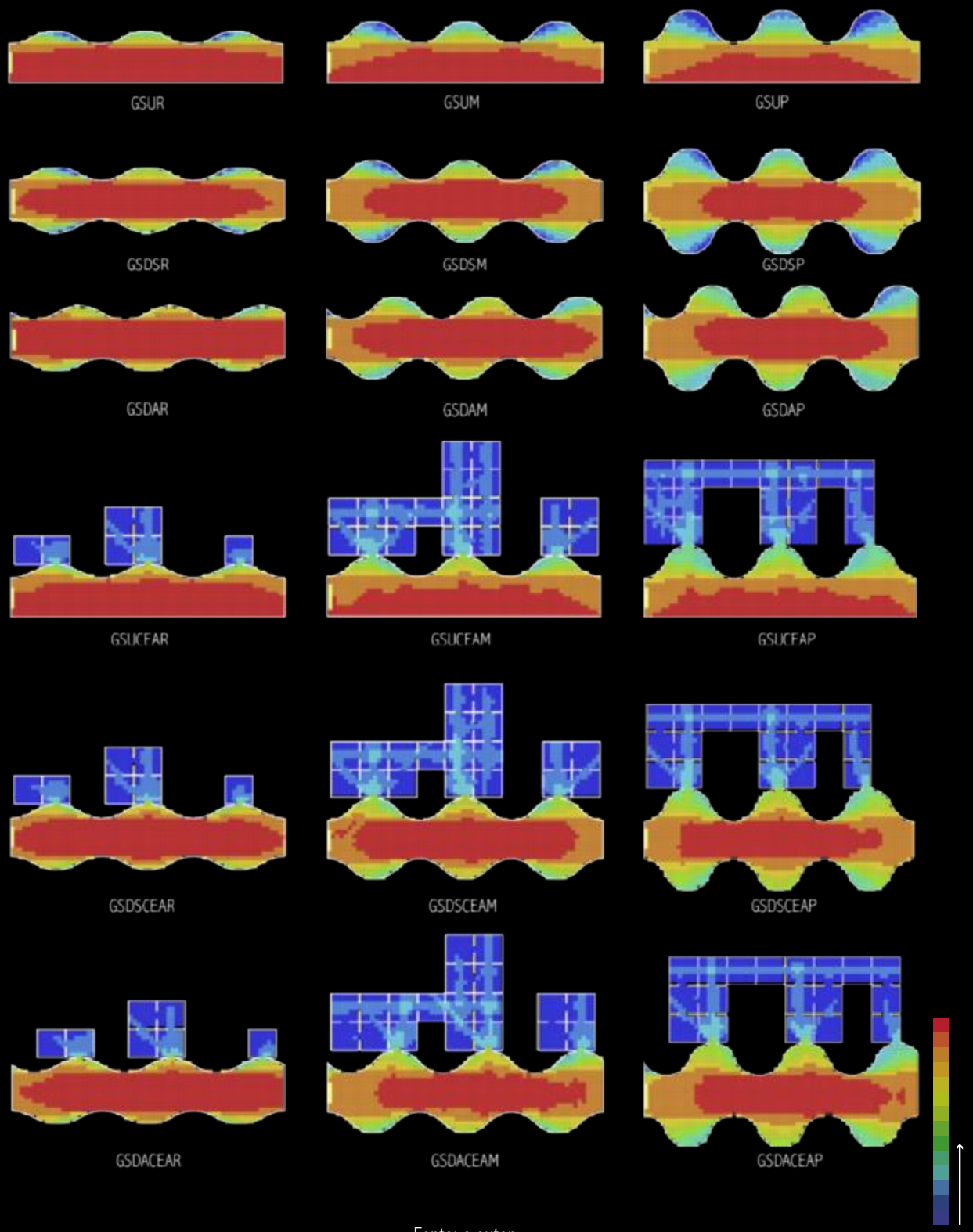
A outra medida levada em consideração nesta análise de visibilidade é o grau de conectividade visual (CV), que, assim como a conectividade física, mede o número de conexões (visuais) diretas a partir de um espaço, informando o quanto ele está conectado visualmente a outro. Em uma galeria progressiva pura (um espaço retangular, estreito e comprido), as propriedades do leiaute espacial permitem que vistas sejam desobstruídas ao máximo, o que, como temos explorado nesta seção, modifica-se à medida que ocorrem as referidas transformações espaciais, gerando alterações nesse estado puro.

Os índices de CV detectados nos 54 arranjos comportam-se menos linearmente do que aqueles de integração visual, mas os valores mais recorrentes de CV estão razoavelmente equilibrados em quantidade, em 37 das galerias, divididos quanto ao percentual em relação ao total de leiautes em 26% (CV=606-699), 22% (CV=408-496) e 20,5% (CV=501-591). Desse grupo 24 galerias (65%) possuem CEAs. Semelhante aos valores mais altos de integração visual apresentados anteriormente, em geral, os valores mais altos de CV também ocorrem nas galerias sem CEA, incluindo todos os casos com valores entre 800 e 1000 (5 no total) e entre 700 e 799, e 13 dos casos com índices entre 600 e 699. Portanto, com base nesses resultados, ainda que não por uma margem muito grande, poder-se-ia dizer que há uma certa tendência a galerias mais progressivas terem maiores valores de conectividade visual. Isso pode ser atestado nos mapas VGAs, que, diferente daqueles de integração visual onde o contraste entre tipos de galeria e tamanho e forma de campos visuais era maior, revelam campos visuais formalmente e dimensionalmente mais semelhantes (ver Figuras 290 a 292 e Tabelas 19 e 20).

Para melhor comparação entre as medidas de CV e integração visual, foi aferida uma correlação (R2) entre as duas, que determina a inteligibilidade visual dos sistemas espaciais. Do total analisado, 42 galerias (78%) podem ser consideradas inteligíveis visualmente (com R2 igual ou maior que 0,50), dentre as quais estão 26 das 27 galerias com CEAs. Quanto à R2 nas galerias sem CEA que atingiram o mesmo índice de inteligibilidade, tem-se um equilíbrio por família, com 5 senoides, 4 chanfros e 4 nichos, a maioria ocorrendo em galerias com cavidades médias e profundas. Na família dos nichos, os valores de R2 mais altos espalham-se entre galerias com cavidades rasas (2 casos), média e uma profunda, estas últimas com um caso cada. No geral, a maioria dos valores indicativos de inteligibilidade nos casos sem CEAs ocorreu em galerias com deformações duplas em barreiras (10 casos), com apenas 3 casos naquelas com deformações únicas (Tabelas 19 e 20).

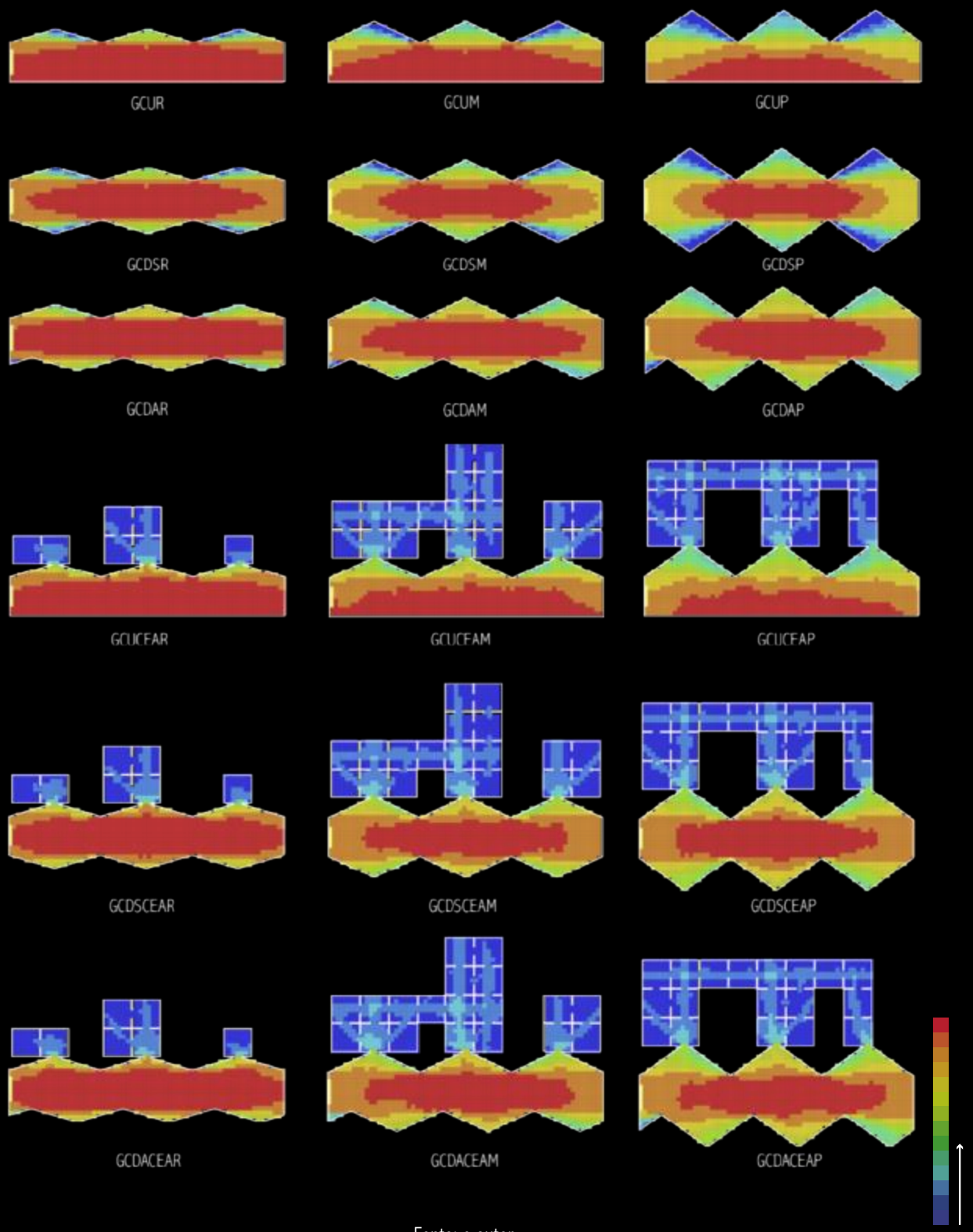
Como 78% do total das variações criadas podem ser tomadas como inteligíveis visualmente, e, como vimos, os valores mais altos de integração estão na galeria principal, parece plausível ratificar um dos aspectos da caracterização espacial formulada para as galerias progressivas no capítulo 2: a alta inteligibilidade de seus campos visuais predominantes. Além disso, estabelecendo uma relação com as medidas sintáticas de visibilidade, poderíamos dizer que uma maior progressividade da galeria tende a estar associada a um maior valor de integração visual e a um maior grau de conectividade visual.

Figura 290: Conectividade visual nas galerias senoides representada em mapas VGAs.



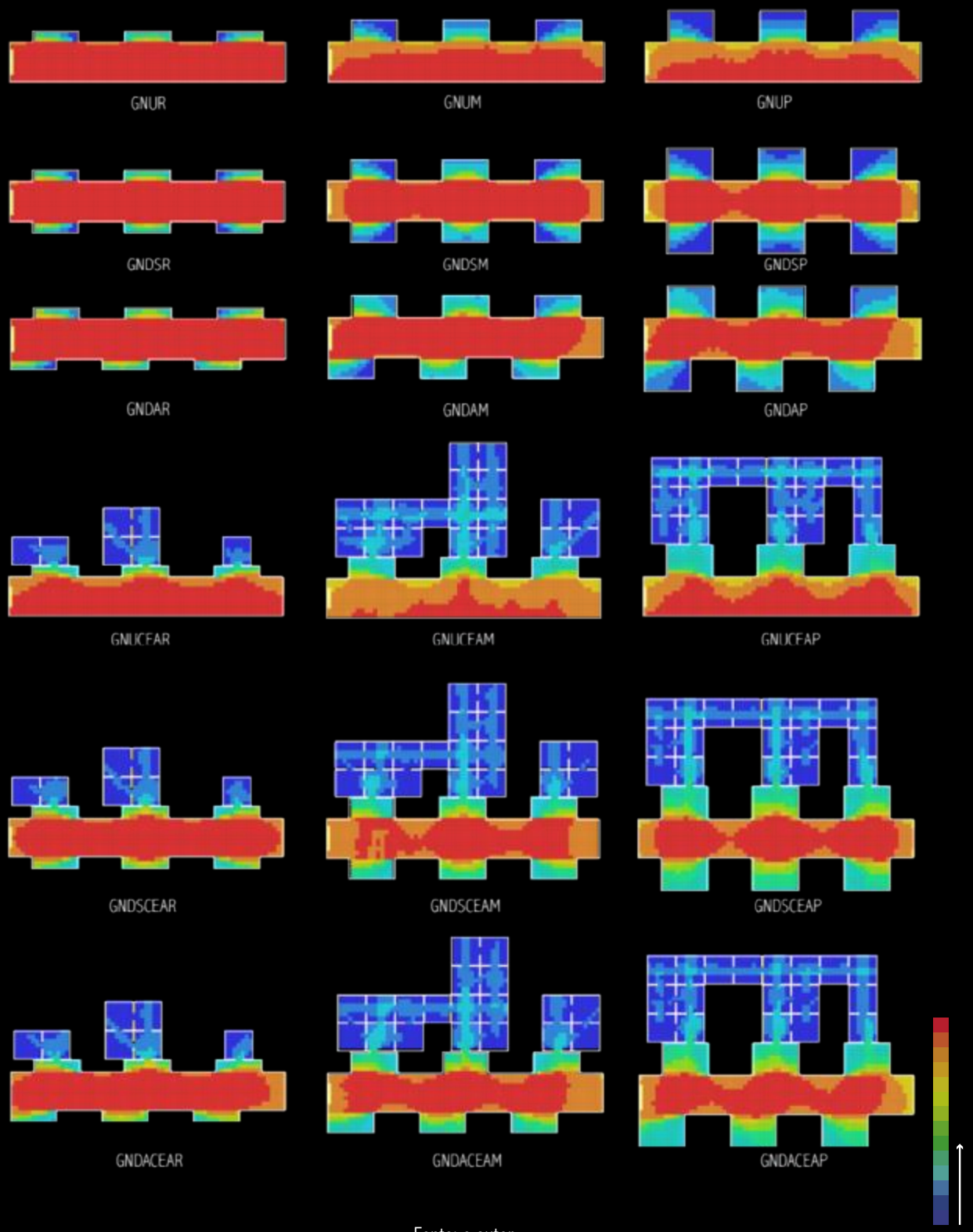
Fonte: o autor.

Figura 291: Conectividade visual nas galerias chanfros representada em mapas VGAs.



Fonte: o autor.

Figura 292: Conectividade visual nas galerias nichos representada em mapas VGAs.



Fonte: o autor.

Tabela 19 - Analise de grau de conectividade (CV) nas 54 galerias criadas.

	Tipo de galeria	SENOIDES			CHANFROS			NICHOS		
		Integração (HH) VGA	Conectividade visual (CV)	Inteligibilidade visual (R2)	Integração (HH) VGA	Conectividade visual (CV)	Inteligibilidade visual (R2)	Integração (HH) VGA	Conectividade visual (CV)	Inteligibilidade visual (R2)
SEM CEAs	Galeria Única Rasa	515,01	654,93	0,115	451,23	699,57	0,127	217,36	660,31	0,292
	Galeria Dupla Simétrica Rasa	168,09	735,92	0,316	281,9	751,72	0,096	88,86	673,88	0,718
	Galeria Dupla Assimétrica Rasa	160,78	731,45	0,35	299,91	749,16	0,091	87,11	673,58	0,715
	Galeria Única Média	157	670,82	0,249	277,18	718,74	0,094	58,47	644,78	0,71
	Galeria Dupla Simétrica Média	69,56	778,34	0,636	97,47	800,88	0,369	31,07	665,43	0,932
	Galeria Dupla Assimétrica Média	64,59	764,18	0,638	89,11	795,8	0,482	30,56	663,94	0,928
	Galeria Única Profunda	68,67	689,25	0,538	128,08	734,56	0,085	39,43	633,83	0,837
	Galeria Dupla Simétrica Profunda	36,68	817,79	0,8	47,71	830,13	0,719	22,89	661,95	0,963
	Galeria Dupla Assimétrica Profunda	37,12	809,97	0,813	45,58	849,72	0,712	22,45	667,67	0,961
COM CEAs	Galeria Única com CEAs Rasa	14,52	505,36	0,924	14,75	501,59	0,928	13,45	467,49	0,939
	Galeria Dupla Simétrica com CEAs Rasa	15,88	580,6	0,923	16,44	591,16	0,923	13,61	507,09	0,944
	Galeria Dupla Assimétrica com CEAs Rasa	16,95	583,81	0,924	17,54	606,48	0,917	13,66	507,53	0,944
	Galeria Única com CEAs Média	8,09	426,8	0,912	7,84	398,56	0,92	6,84	348,97	0,903
	Galeria Dupla Simétrica com CEAs Média	8,31	485,06	0,912	8,66	496,38	0,924	7,59	429,6	0,917
	Galeria Dupla Assimétrica com CEAs Média	8,26	478,34	0,918	8,33	491,93	0,91	7,38	408,04	0,918
	Galeria Única com CEAs Profunda	7,96	419,97	0,917	7,89	425,51	0,898	7,13	373,03	0,895
	Galeria Dupla Simétrica com CEAs Profunda	8,31	566,75	0,917	9	567,91	0,904	7,58	439,06	0,906
	Galeria Dupla Assimétrica com CEAs Profunda	9	548,51	0,924	8,95	562,81	0,907	7,5	435,6	0,909

Grau de Conectividade Visual

- CV (Até 399) - 3 galerias (5,5%)
- CV (400-499) - 12 galerias (22%)
- CV(500-599) - 11 galerias (20,5%)
- CV(600-699) - 14 galerias (26%)
- CV(700-799) - 9 galerias (16,5%)
- CV(800-1000) - 5 galerias (9,5%)

Fonte: o autor.

Tabela 20 - Análise de visibilidade nas 54 variações de galerias progressivas.

	Tipo de galeria	SENOIDES			CHANFROS			NICHOS		
		Integração (HH) VGA	Conectividade visual (CV)	Inteligibilidade visual (R2)	Integração (HH) VGA	Conectividade visual (CV)	Inteligibilidade visual (R2)	Integração (HH) VGA	Conectividade visual (CV)	Inteligibilidade visual (R2)
SEM CEAs	Galeria Única Rasa	515,01	654,93	0,113	451,23	699,57	0,127	217,36	660,11	0,292
SEM CEAs	Galeria Dupla Simétrica Rasa	168,09	735,92	0,316	281,9	751,72	0,196	88,86	673,88	0,718
SEM CEAs	Galeria Dupla Assimétrica Rasa	160,78	731,45	0,35	299,91	749,16	0,081	87,11	673,58	0,715
SEM CEAs	Galeria Única Média	157	670,82	0,249	277,18	718,74	0,094	58,47	644,78	0,71
SEM CEAs	Galeria Dupla Simétrica Média	69,56	778,34	0,636	97,47	800,88	0,369	31,07	665,43	0,932
SEM CEAs	Galeria Dupla Assimétrica Média	64,59	764,18	0,638	89,11	795,8	0,482	30,56	663,94	0,928
SEM CEAs	Galeria Única Profunda	68,67	689,25	0,538	128,08	734,56	0,149	39,43	633,83	0,837
SEM CEAs	Galeria Dupla Simétrica Profunda	36,68	817,79	0,8	47,71	860,12	0,719	22,89	661,95	0,963
SEM CEAs	Galeria Dupla Assimétrica Profunda	37,12	809,97	0,813	45,58	849,72	0,712	22,45	667,67	0,961
COM CEAs	Galeria Única com CEAs Rasa	14,52	505,36	0,924	14,75	501,59	0,928	13,45	467,49	0,939
COM CEAs	Galeria Dupla Simétrica com CEAs Rasa	15,88	580,6	0,923	16,44	591,16	0,923	13,61	507,09	0,944
COM CEAs	Galeria Dupla Assimétrica com CEAs Rasa	16,95	583,81	0,924	17,54	606,48	0,917	13,66	507,53	0,944
COM CEAs	Galeria Única com CEAs Média	8,09	426,8	0,912	7,84	398,56	0,92	6,84	348,97	0,903
COM CEAs	Galeria Dupla Simétrica com CEAs Média	8,31	485,06	0,912	8,66	496,38	0,924	7,59	429,6	0,917
COM CEAs	Galeria Dupla Assimétrica com CEAs Média	8,26	478,34	0,918	8,33	491,93	0,91	7,38	408,04	0,918
COM CEAs	Galeria Única com CEAs Profunda	7,96	419,97	0,917	7,89	425,51	0,898	7,13	373,03	0,895
COM CEAs	Galeria Dupla Simétrica com CEAs Profunda	8,31	566,75	0,917	9	567,91	0,904	7,58	439,06	0,906
COM CEAs	Galeria Dupla Assimétrica com CEAs Profunda	9	548,51	0,924	8,95	562,81	0,907	7,5	435,6	0,909

Escda de significância de correlação
R2 com base em Melton (1935):

- Nenhuma - igual ou menor a zero;
- Insignificante - até 0,20 (6 galerias - 11%)
- Leve - 0,21 a 0,39 (5 galerias - 9,5%)
- Moderada - 0,40 a 0,69 (4 galerias - 7,5%)
- Pronunciada - 0,70 a 0,89 (9 galerias - 16,5%)
- Muito pronunciada - 0,90 a 0,99 (30 galerias - 55,5%)
- Perfeita -1,0

Fonte: o autor.

5.3.4 Sobre agentes autômatos nas galerias progressivas

Nesta última subseção relativa às análises sintáticas das variações de GPs, utiliza-se o modelo cognitivo e as técnicas de simulação por meio de agentes autômatos introduzidos por Alasdair Turner (TURNER; PENN, 2002; TURNER, 2003; 2007a; 2007b), que leva em consideração o comportamento adaptativo de indivíduos (ou agentes autômatos) no espaço, tendo como uma das maiores vantagens reproduzir, com a maior fidedignidade possível, o padrão de movimento observado em leiautes reais. A partir dos parâmetros gerais de seleção de destino, campo de visão e etapas entre pontos de tomada de decisão, os autômatos são programados para agir via recursos visuais diretos, até serem capazes de fazer escolhas em resposta às características visuais do ambiente (AL SAYED *et al.*, 2014).

Os parâmetros globais e dos agentes utilizados nessas análises foram baseados nos experimentos em realidade virtual enfocados na próxima seção, incluindo: *grid* de 75cm x 75cm (derivado do comprimento médio do passo de um adulto, 76cm); entrada única à esquerda do leiaute; número total de 20 agentes; 12 passos dados por cada agente antes que mudasse de direção (semelhante ao comportamento das pessoas nos testes em RV); e o tempo de visita de 186 *timesteps*, que deriva da média de tempo (93s) dispendido pelas pessoas nas galerias durante navegação em RV, utilizando o mesmo padrão de Turner e Penn (2002) de .5s/passo.

Quanto às ferramentas utilizadas, a análise concentra-se em mapas de contagem de agentes em portões (ou mapa de portões) e de percursos desses agentes (do inglês, *trail maps*) durante o referido tempo de visitação nos 54 arranjos de famílias senoides, chanfros e nichos. Os primeiros servem para que sejam medidos os fluxos de agentes em diferentes portões (ou nós do *grid* usado como base para os mapas), o que pode revelar locais estratégicos nas galerias, à medida que implicam em localidades por onde poderiam passar um número maior de visitantes. Esses portões também podem ser usados para comparações com portões estabelecidos *in loco* (como fizemos no MG), mas, como aqui se trata de leiautes hipotéticos e, como veremos, a navegação em RV foi realizada individualmente, não faremos uso dessa alternativa. Já os mapas de percursos oferecem uma representação mais dinâmica e é muito útil quando os comparamos com rastreamentos *in loco,* como fizemos no MG e o faremos na seção seguinte para os percursos virtuais em algumas das galerias.

Relembrando alguns dos resultados de simulações de agentes até então apresentados no capítulo 2, vimos que um maior fluxo de autômatos foi detectado nos leiautes progressivos (GP-4, GP-6 e GP-8) do que nos de SP (com exceção da SP-4), e que todos os portões mais densos nos primeiros estavam ao longo dos seus eixos centrais, que podiam ser vislumbrados desde o espaço de acesso em todos os arranjos. Exceção a esse padrão, a SP-4, talvez por ser um sistema muito raso e com alta integração visual, tenha registrado o maior número de agentes por portão. Contudo, enquanto nessa galeria essa densidade é detectada em um único nó, diminuindo bastante nos outros trechos, é uma condição mais frequente nos leiautes tipo GP do que SP, reforçando a capacidade de retenção de informação visual nos

eixos desse tipo de leiaute. Refletindo esse comportamento nos mapas de percursos, foram observados aninhamentos mais densos nas Gps do que nas SPs, sobretudo, ao longo do seu eixo central.

Comparando o comportamento do MG com o dos modelos hipotéticos de GPs, vimos, no capítulo 4, que têm em comum o fato de que nem pessoas nem agentes adentraram com frequência nos nichos nas galerias, pelo menos no tempo de rastreamento da segunda fase de observações *in loco*, que teve como meta seguir visitantes por 10 minutos, como haviam feito Hillier *et al.* (1996) em seu estudo de referência para a Tate Gallery, Milbank, em Londres. Também vimos que, no leiaute de 1992, o maior fluxo de percursos ocorreu no nível 2 da galeria do novo anexo, seguido de trechos situados entre esta e a coleção permanente Thannhauser (antiga biblioteca no projeto de Wright), embora tenha havido um maior fluxo de visitantes rastreados nas galerias da rampa, onde também dispenderam a maior parte do tempo de visitação.

No MCI, em consonância com a *promenade* concebida por Le Corbusier (sequência de espaços no térreo que leva à circulação *quasi* espiralar no pavimento superior), os fluxos mais densos de agentes aconteceram nos espaços imediatamente adjacentes ao átrio, no pavimento superior, logo após a transposição da rampa. Destes, que também são altamente integrados visualmente, o olhar do visitante, pela disponibilidade de informação visual, pode simultaneamente vaguear por várias opções de percursos e vislumbrar o exterior. Por último, diferente das GPs, no piso superior, mesmo que o anel formado por galerias ao redor do átrio tenha mostrado maior densidade de agentes, os percursos espalharam-se mais equilibradamente pelas galerias do MCI do que nos leiautes puramente progressivos explorados no capítulo 2, nos quais os percursos concentraram-se no eixo central.

Os portões são representados pelo *software* DepthmapX sob a forma de nós em tons de azul a vermelho, estes últimos indicando, respectivamente, maior e menor fluxo de agentes. Para melhor entendimento da distribuição desse fluxo, isolamos os quatro grupos com maior número de agentes em ordem decrescente do seguinte modo: 8-12 e 8-11 (nós vermelhos); 7-10 e 7-11 (nós amarelos); 6-8 e 6-9, 5-7 a 5-9 (nós laranjas); e 4-5 e 4-6 (nós verde limão).

Nesse universo (mínimo de 4 e máximo de 12 agentes por portão), observando os mapas nas galerias senoides, chanfro e nichos, tem-se que os fluxos mais densos (entre 7 e 12 agentes) são um pouco mais recorrentes nas galerias sem CEAs (28 casos) do que nas com CEAs (26 casos). Os casos de contagens mais altas (8-11 e 8-12 agentes) ocorrem em três galerias rasas, duas senoides duplas (GSDSCEAR e GSDACEAR) e uma nicho única (GNUCEAR), mas, dentre os dois subgrupos mais densos (cores laranja e vermelho), há 16 casos de galerias sem CEAs e 13 com CEAs. Assim, no total da amostragem ou no subgrupo de fluxo mais denso, portões com mais agentes são mais recorrentes nas galerias sem CEAs. Reforçando essa condição, dois dos três exemplos de portões com menos agentes desse grupo (4-5 e 4-6) aparecem nas galerias com CEAs, com uma ocorrência em galeria sem células adicionadas (Tabela 21 a 23).

Tabela 21 - Contagem de agentes em portões mais densos de acordo com o tipo de galeria.

	Galeria(família/deformação)	**Rasa** (min-máx)	**Média** (min-máx)	**Profunda** (min-máx)
sem CEAs	GSU	6-9	5-9	7-10
	GCU	7-10	7-11	6-9
	GNU	7-10	6-8	7-10
	GSDS	7-11	7-11	7-10
	GCDS	7-10	7-10	6-9
	GNDS	7-10	6-8	7-10
	GSDA	7-11	6-9	6-9
	GCDA	7-11	5-7	7-10
	GNDA	7-11	4-6	6-9
com CEAs	GSUCEA	5-8	6-9	5-8
	GCUCEA	7-11	7-10	7-10
	GNUCEA	8-12	7-11	7-11
	GSDSCEA	8-11	6-9	5-8
	GCDSCEA	6-9	7-11	7-10
	GNDSCEA	6-8	7-10	5-7
	GSDACEA	8-11	4-5	5-8
	GCDACEA	5-7	5-7	7-11
	GNDACEA	7-11	4-6	6-9

Fonte: o autor.

Tabela 22 - Fluxo de agentes em portões por tipo de galeria.

	N. de agentes	Galerias sem CEA	Galerias com CEA
	8-12	-	3
	8-11		
	7-11	16	10
	7-10		
	6-9	10	12
	6-8		
	5-7		
	5-9		
	5-8		
	4-6	1	2
	4-5		

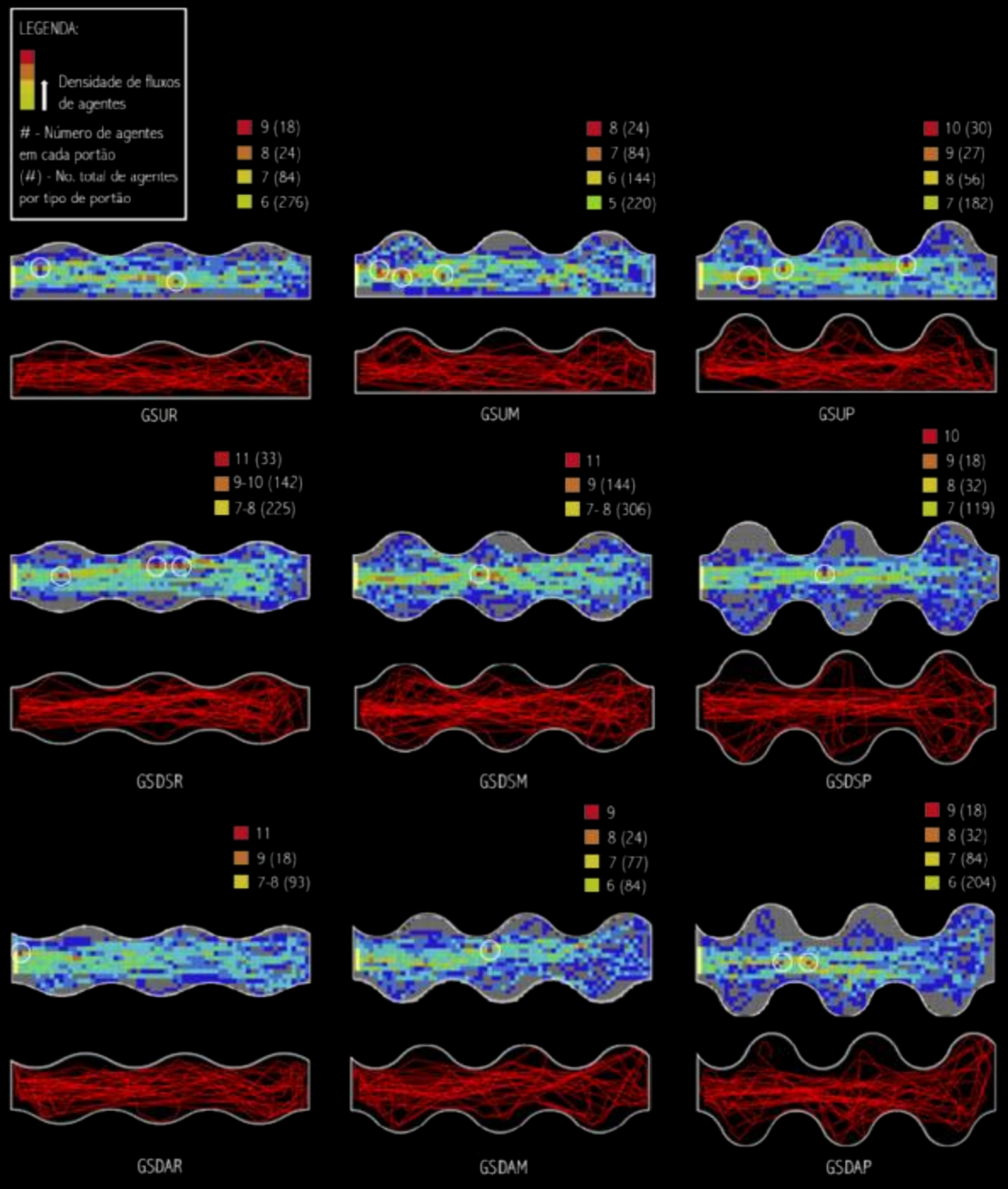
Fonte: o autor.

Tabela 23 - Quantitativo de galerias de acordo com fluxo de agentes em portões.

Valores	Qtd de galerias e %
7-10	14 galerias (26%)
7-11	12 galerias (22%)
6-9	10 galerias (18,5%)
5-8	4 galerias (7%)
5-7	4 galerias (7%)
6-8	3 galerias (5,5%)
8-11	2 galerias (4%)
4-6	2 galerias (4%)
8-12	1 galeria (2%)
4-5	1 galeria (2%)
5-9	1 galeria (2%)

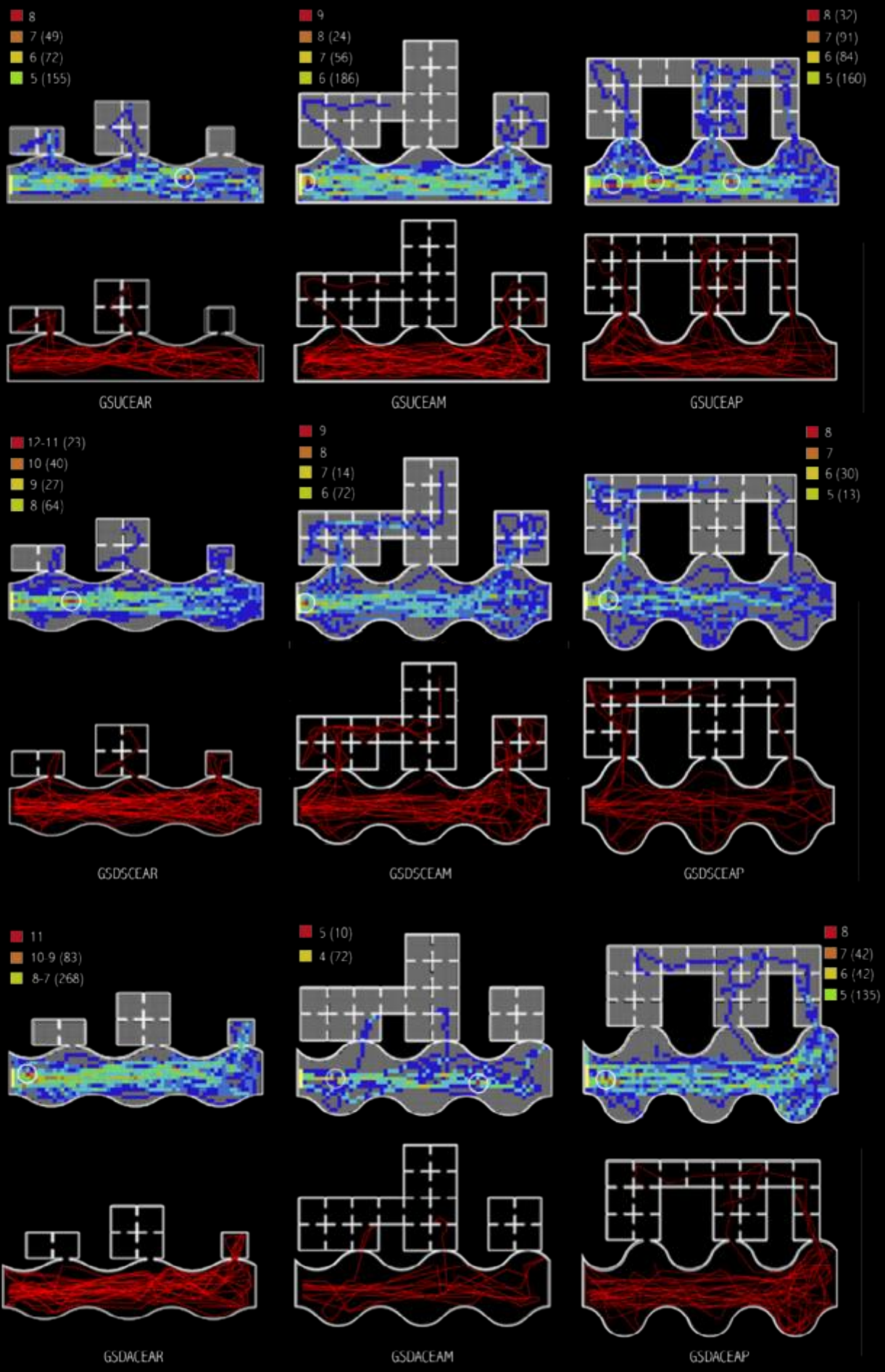
Fonte: o autor.

Figura 293: Mapas de portões e percursos de agentes nas galerias senoides sem CEAs.



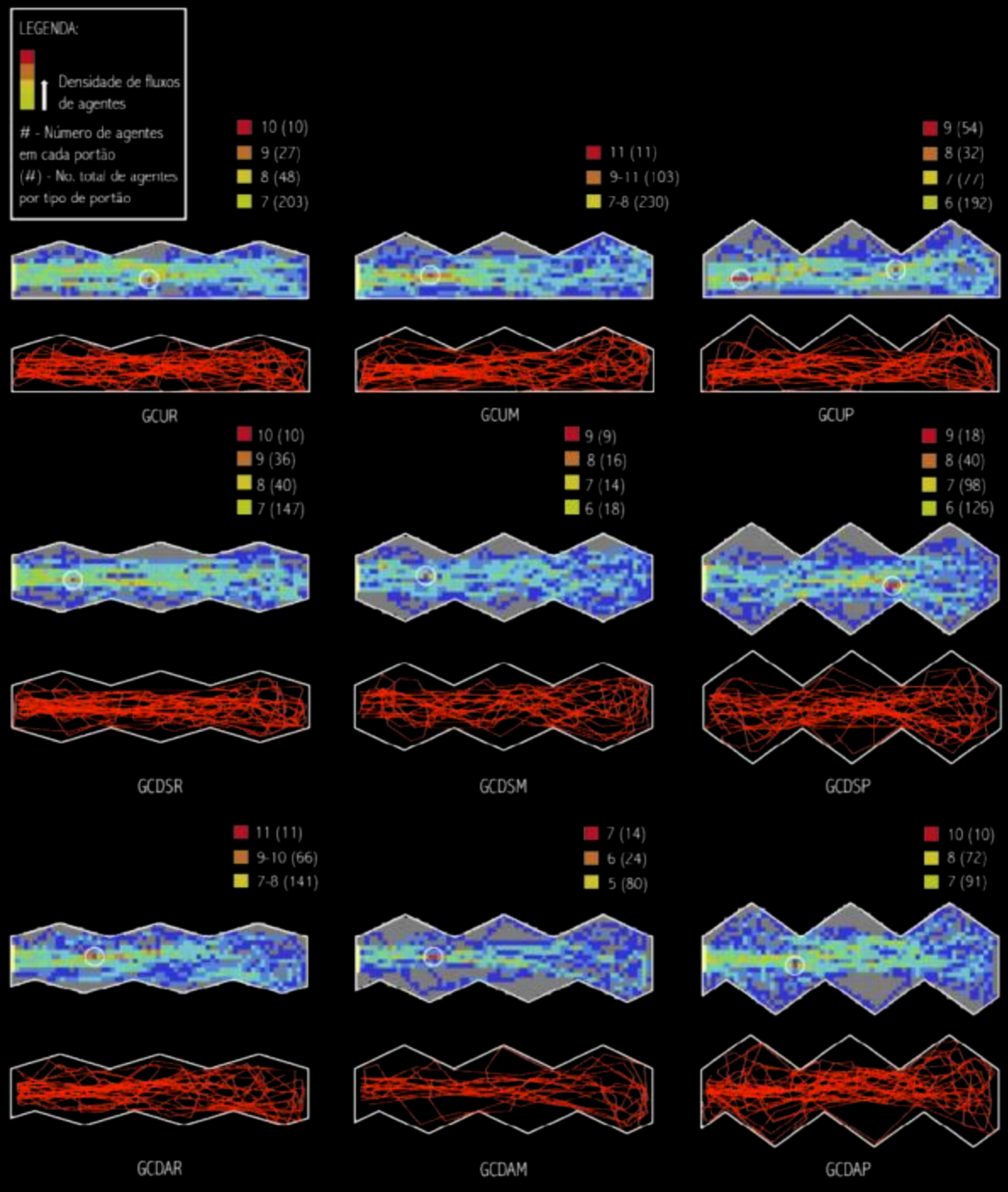
Fonte: o autor.

Figura 294: Mapas de portões e percursos de agentes nas galerias senoides com CEAs.



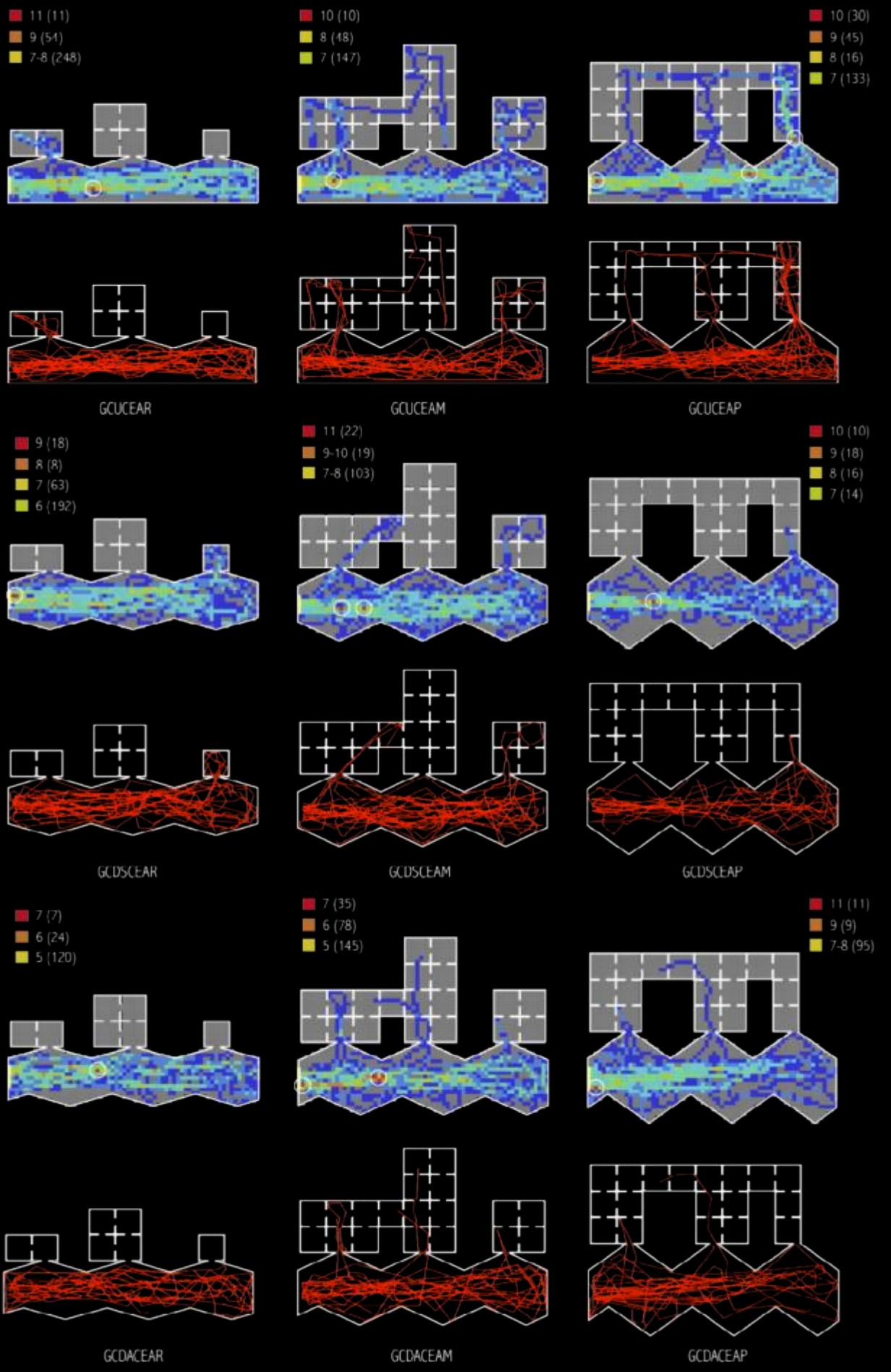
Fonte: o autor.

Figura 295: Mapas de portões e percursos de agentes nas galerias chanfros sem CEAs.



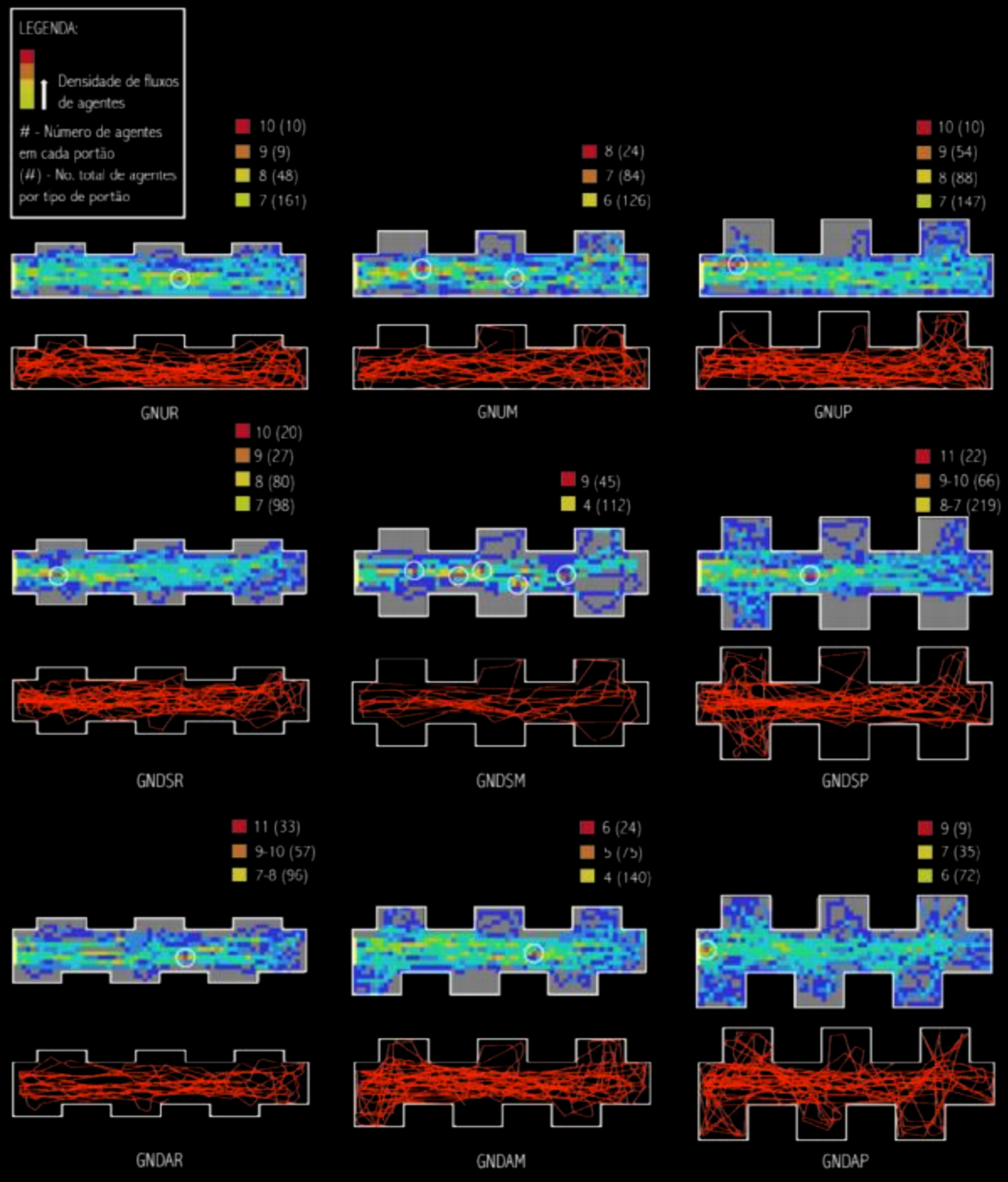
Fonte: o autor.

Figura 296: Mapas de portões e percursos de agentes nas galerias chanfros com CEAs.



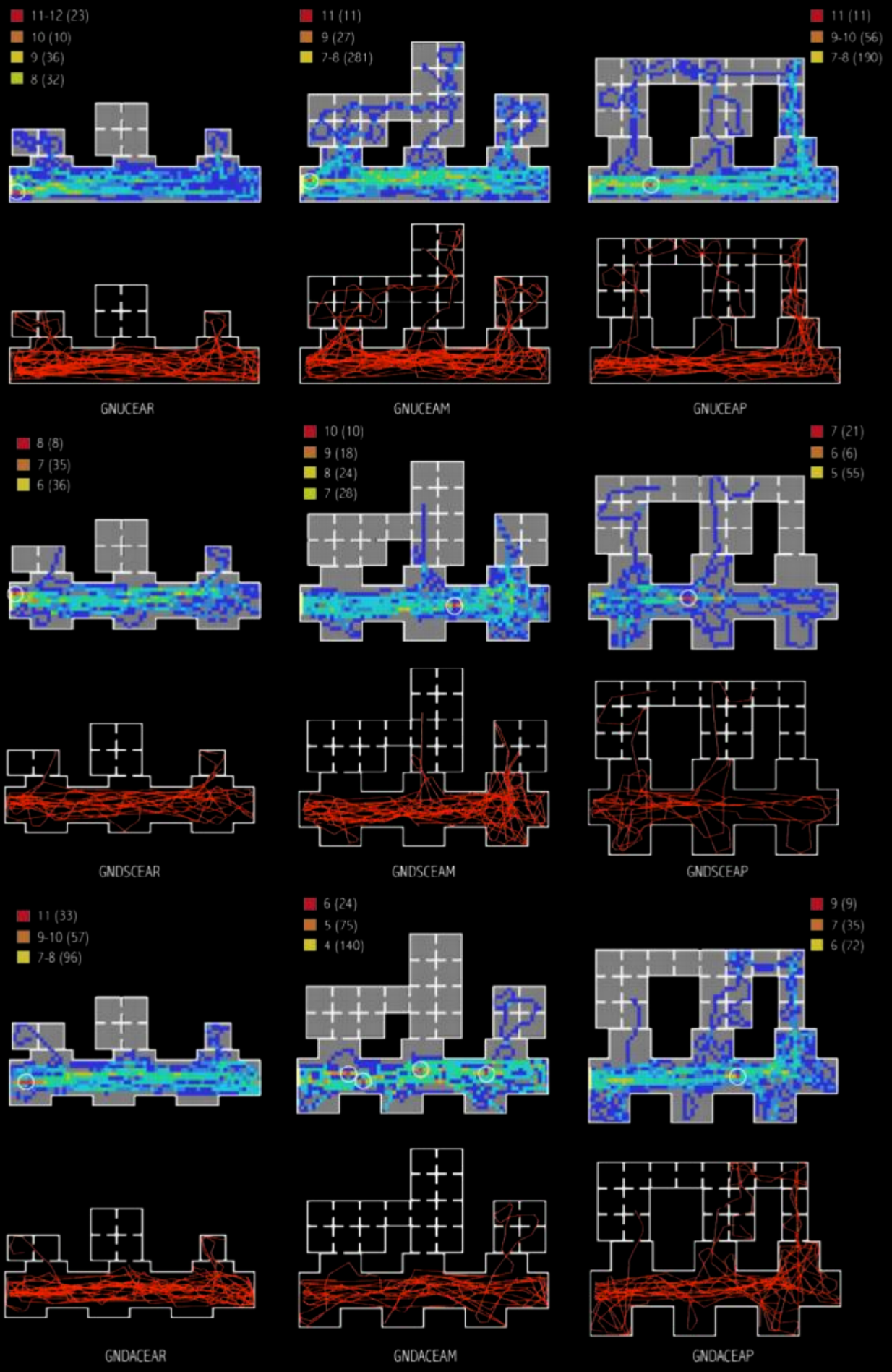
Fonte: o autor.

Figura 297: Mapas de portões e percursos de agentes nas galerias nichos sem CEAs.



Fonte: o autor.

Figura 298: Mapas de portões e percursos de agentes nas galerias nichos com CEAs.



Fonte: o autor.

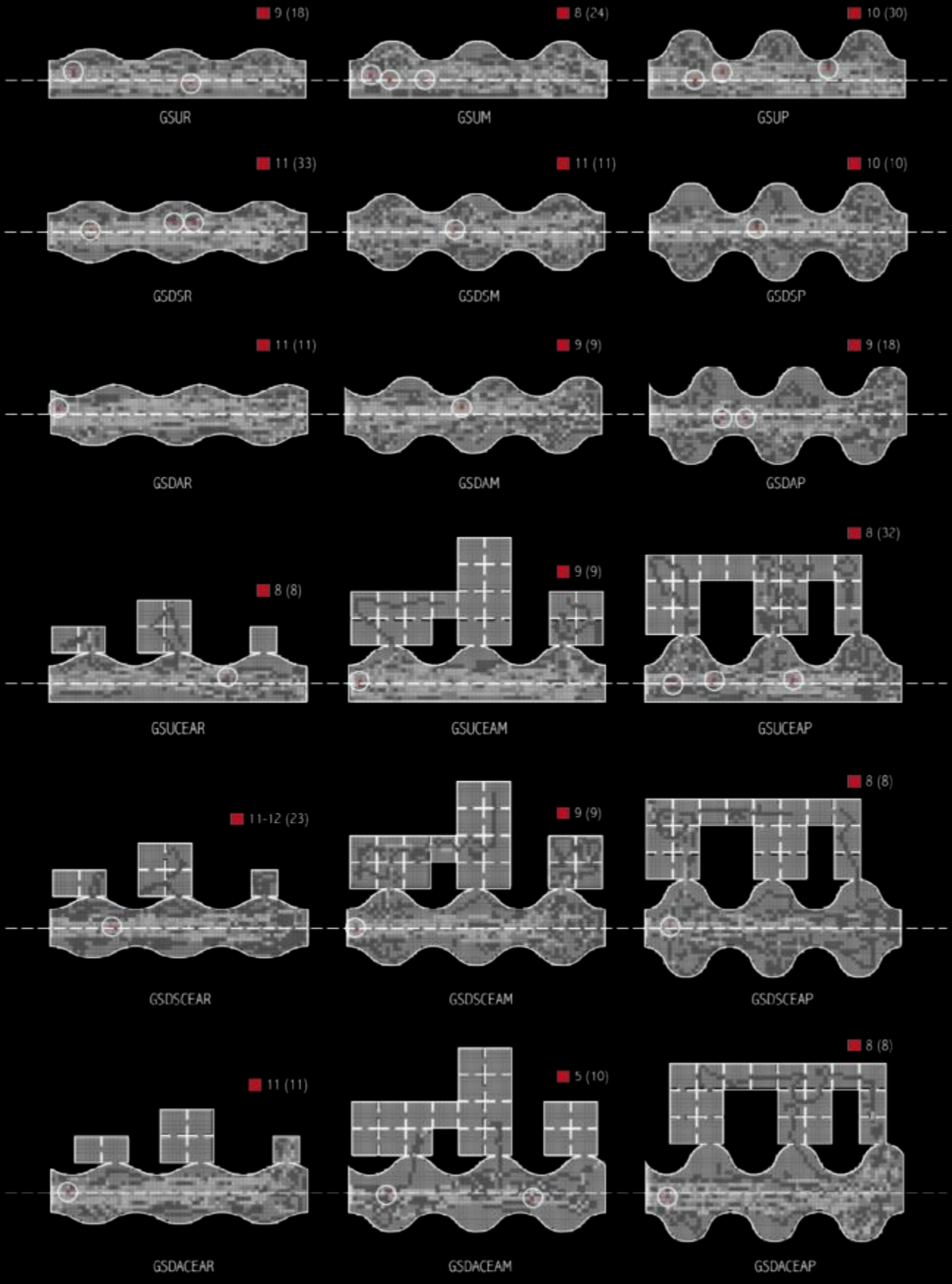
Uma vez sintetizadas as contagens no intuito de facilitar a visualização dos mapas, em busca de padrões de distribuição dos portões nos arranjos criados, estes são aqui dispostos de acordo com a família (senoide, chanfro e nicho), por tipo de deformação das barreiras limítrofes (primeiro as sem e depois as com CEAs) e a profundidade das cavidades. Conforme os subgrupos explicitados há pouco, cada mapa é acompanhado dos valores mínimos e máximos de fluxo de agentes e do número total de autômatos por tipo de portão quanto a esses fluxos, sendo assinalados os nós mais densos na cor vermelha. Logo abaixo desses mapas, na mesma sequência, foram posicionados os mapas de percursos, de modo a também facilitar sua visualização face ao comportamento dos agentes nos portões e vice-versa (ver Figuras 293 a 298).

Pode-se dizer que nas galerias, com e sem CEA, há uma tendência dos portões mais densos se posicionarem ao longo do eixo central das galerias principais, o que ratifica a força desse espaço na configuração e esclarece sobre o padrão geral de seleção destino nessa área. Em apenas um caso de galeria chanfro único com CEA profunda (GCUCEAP), que apresenta múltiplos anéis (ver Figura 272), foi detectado um portão denso fora da galeria principal em uma das permeabilidades entre esta e um grupo de células (ver Figuras 299 a 304).

Quanto ao campo de visão, a áreas de pico de integração visual (HH) nas galerias (na cor vermelha) foram sobrepostas aos mapas de portões, destacando-se aqueles mais densos, conforme valores e localização indicados. Em geral, as áreas de ocorrências de portões com mais agentes e as mais integradas visualmente parecem não coincidir, contudo, é importante tecer algumas observações específicas. Primeiro, as coincidências da localização desses picos ocorrem mais frequentemente nas galerias nicho duplas médias (e uma profunda), três sem CEAs e uma com (GNDSM, GNDSP, GNDAM e GNDACEAM). Nas senoides, há três casos em arranjos duplos profundos e um médio (GSUCEAP, GSDSCEAP, GSDACEAM), mas não se tem uma sobreposição tão precisa quanto nas galerias nicho. Nas galerias chanfro não foi detectada nenhuma sobreposição positiva de portão mais denso com áreas de pico de HH. Dos sete casos de galerias dos quais pudemos perceber as referidas sobreposições, 4 têm CEAs e três não, um arranjo é único e os demais são duplos, divididos igualmente entre assimétricos e simétricos, sem nenhum caso de galeria rasa (ver Figuras 302 a 304).

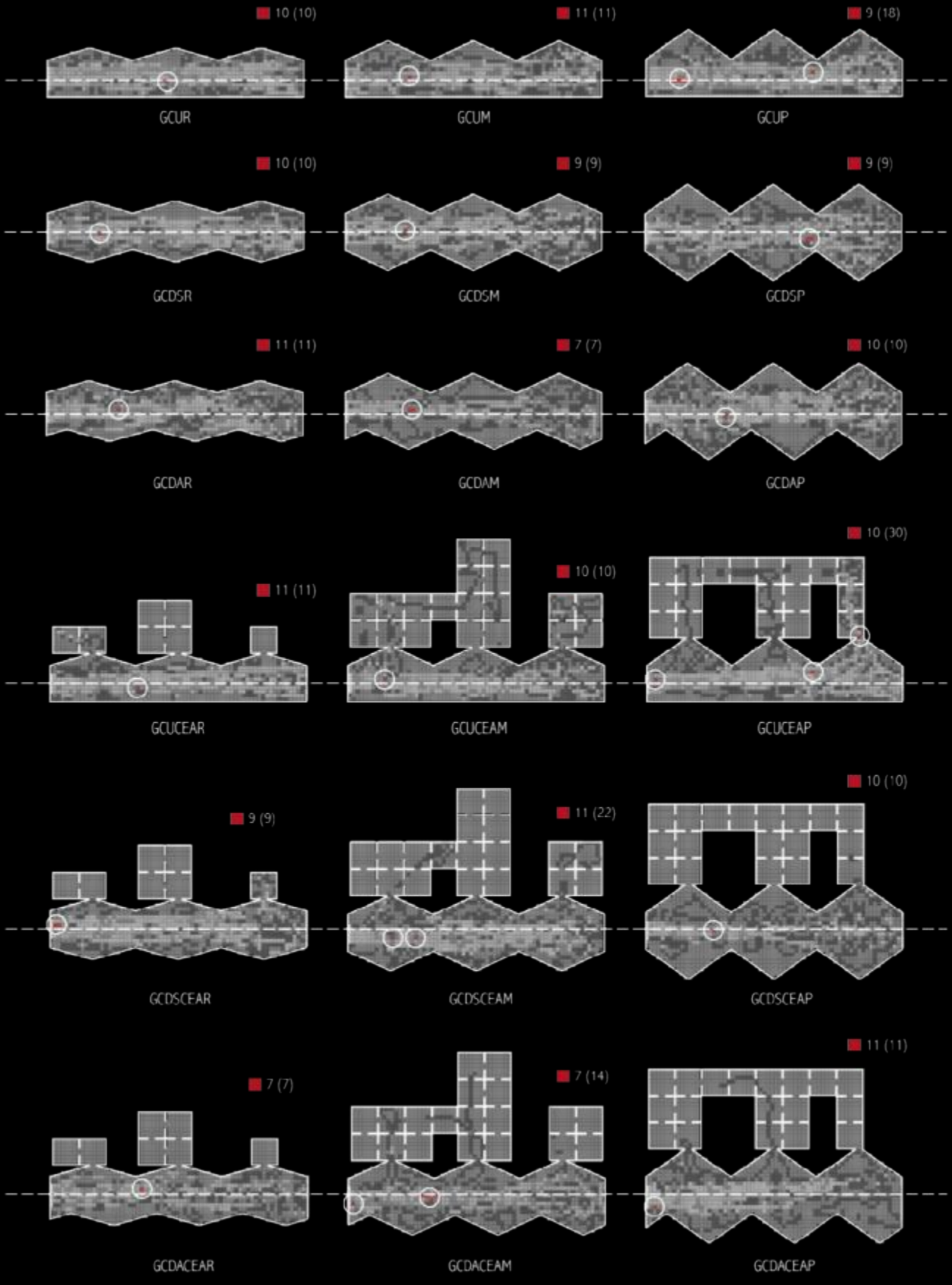
Com base nos resultados, mesmo considerando que talvez fossem necessárias mais variações para se testar a correspondência que aqui tentamos estabelecer, poderíamos dizer que não parece haver uma relação de confluência entre maior densidade de portões e maiores valores de HH, mas, quando esta última ocorre, é plausível afirmar que a forma das barreiras limítrofes parecem influenciar nessa coincidência, uma vez que se apresentou mais claramente apenas em alguns casos de arranjos com nicho.

Figura 299: Mapas com posicionamento de portões mais densos em relação ao eixo da galeria principal.



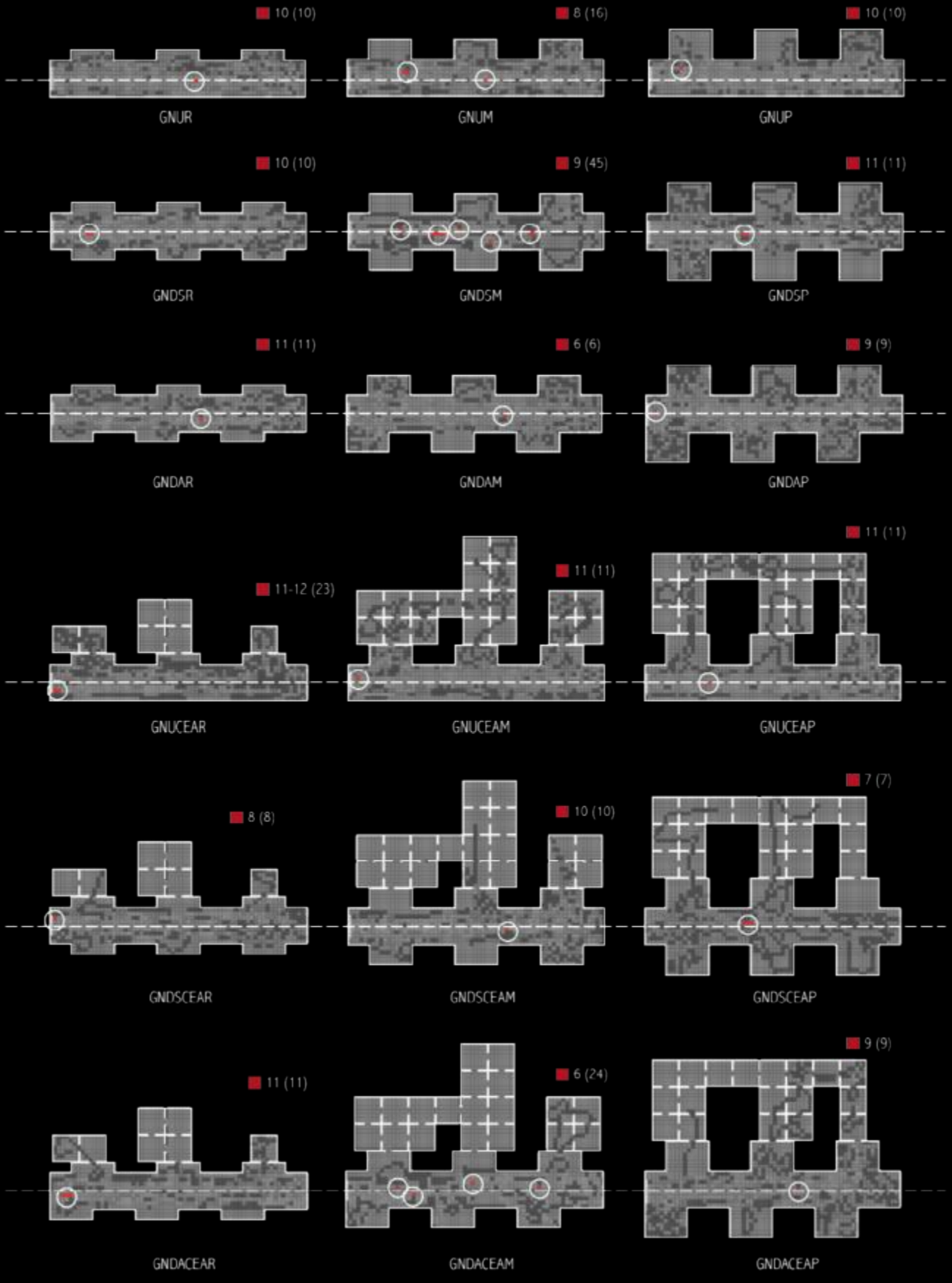
Fonte: o autor.

Figura 300: Mapas com posicionamento de portões mais densos em relação ao eixo da galeria principal.



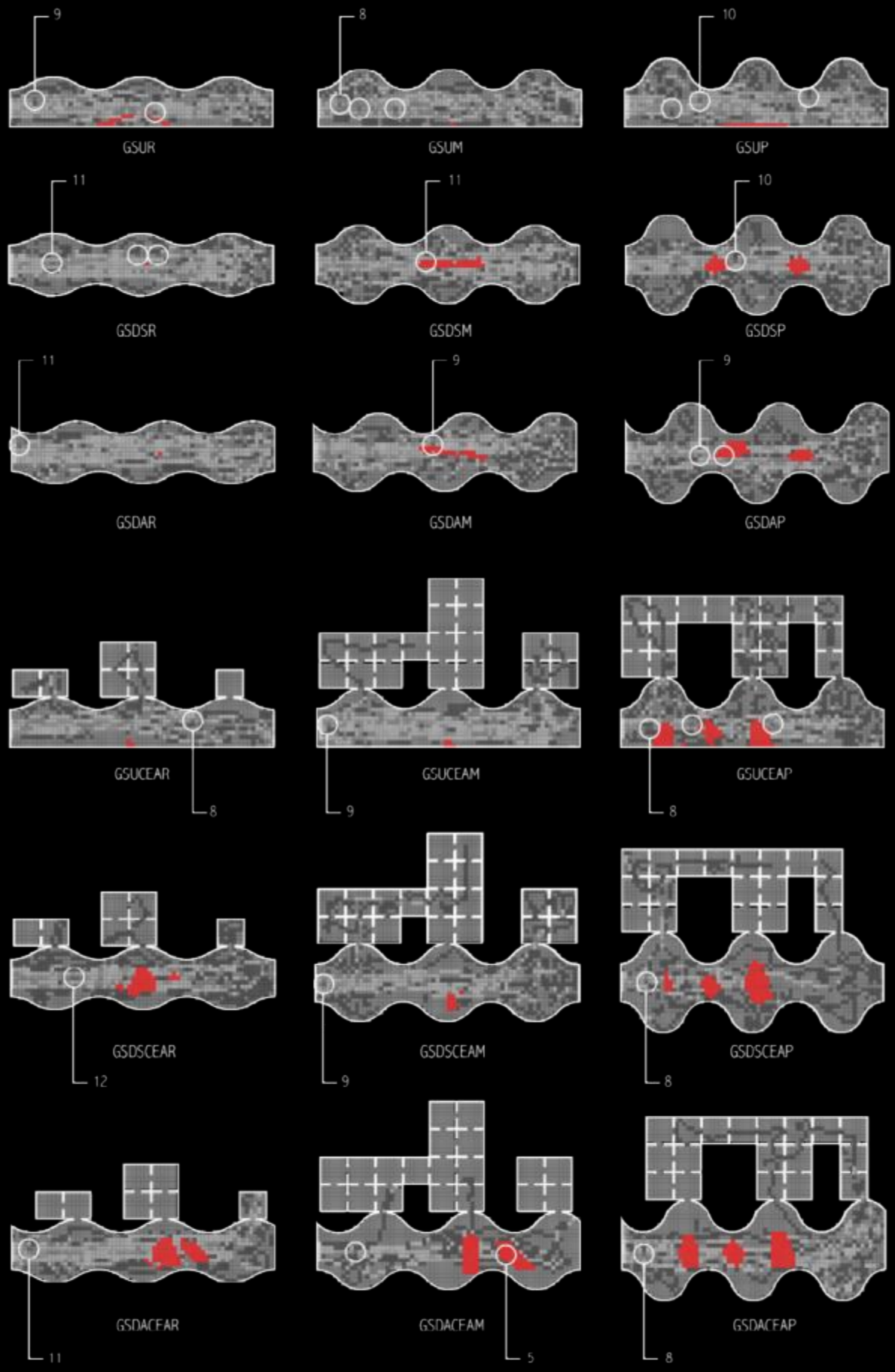
Fonte: o autor.

Figura 301: Mapas com posicionamento de portões mais densos em relação ao eixo da galeria principal.



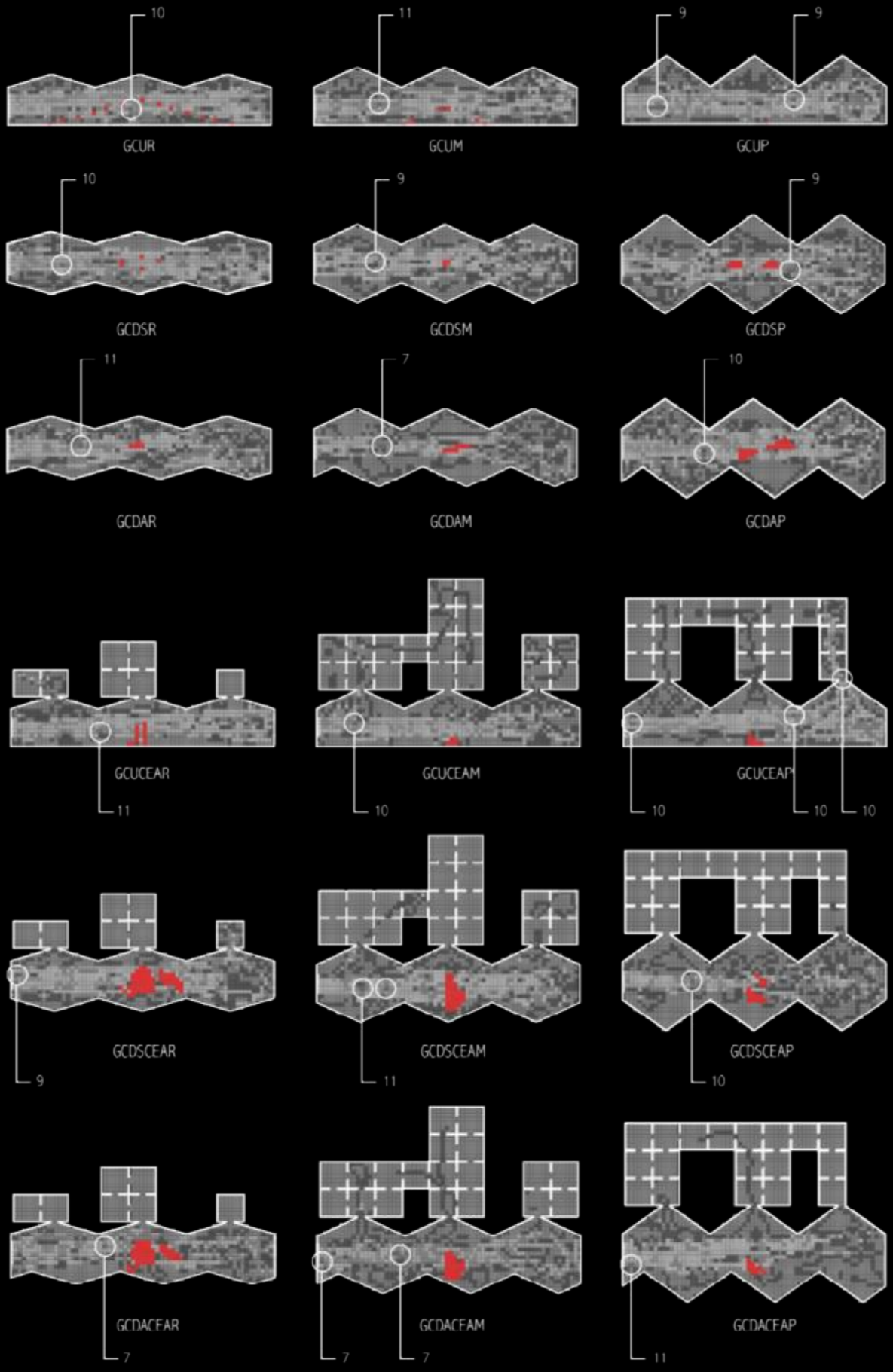
Fonte: o autor.

Figura 302: Mapas de picos de integração visual (HH) sobrepostos aos mapas de portões com fluxos mais densos em destaque nas galerias senoides.



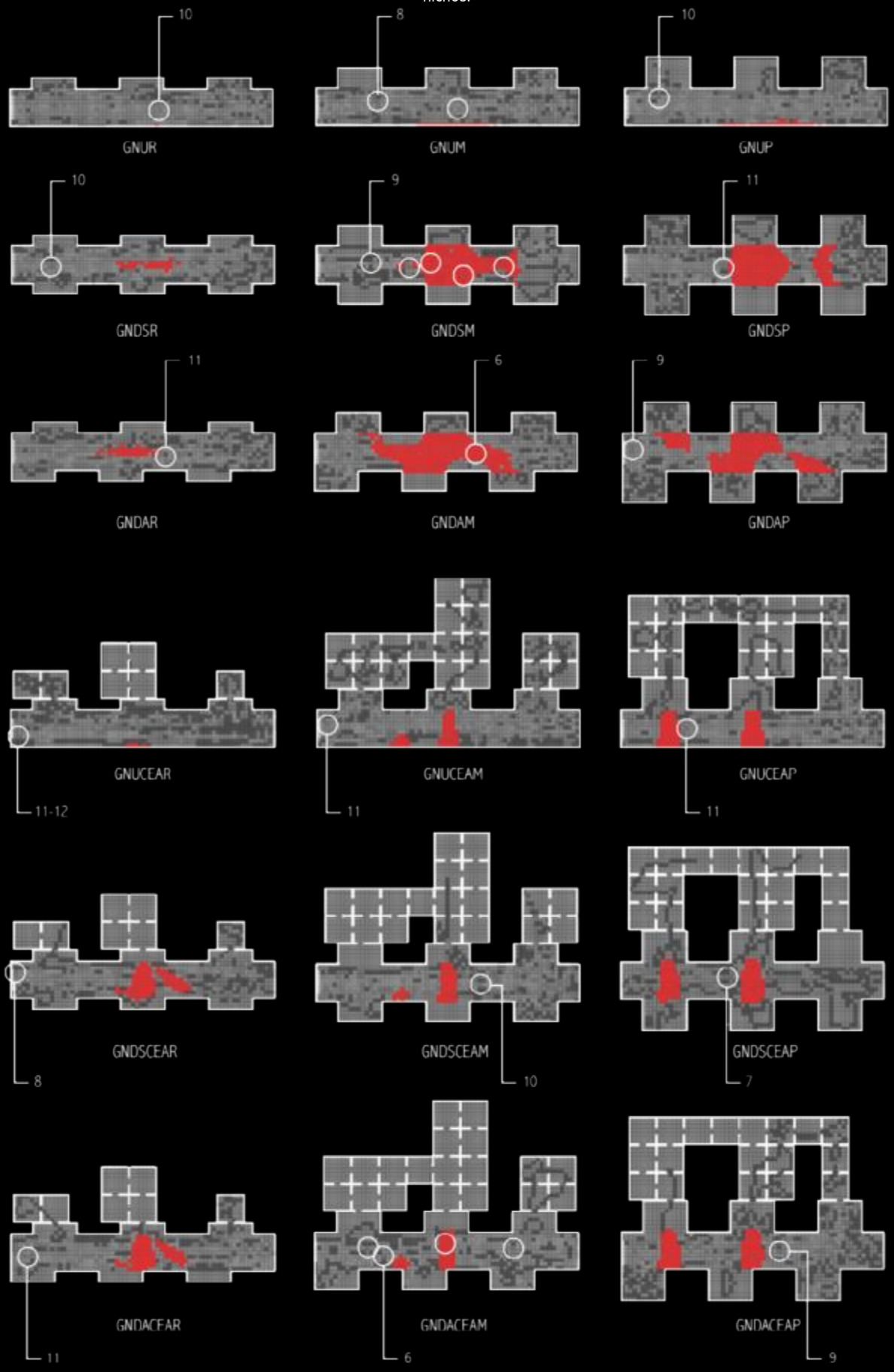
Fonte: o autor.

Figura 303: Mapas de picos de integração visual (HH) sobrepostos aos mapas de portões, com fluxos mais densos em destaque nas galerias chanfros.



Fonte: o autor.

Figura 304: Mapas de picos de integração visual (HH) sobrepostos aos mapas de portões com fluxos mais densos em destaque nas galerias nichos.



Fonte: o autor.

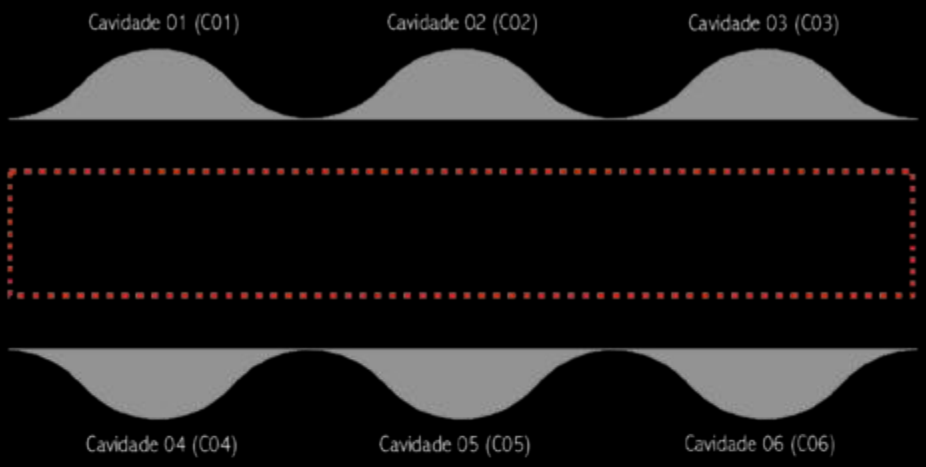
Contudo, é preciso lembrar que na subseção anterior, quando tratamos de visibilidade, foi observado que, justamente nas galerias nicho, os valores de picos de integração apresentaram índices bem menores do que nas demais famílias, valores estes que decaiam à medida que as cavidades ganhavam profundidade. Como comentado, nas galerias nicho o esforço informacional por parte do visitante é maior, já que este tem de levar em consideração mais campos visuais para ver toda a galeria, o que só aumenta à medida que esta ganha CEAs, levando à diminuição dos valores de HH. Porém, mesmo com valores de HH relativamente menores, vimos também que os campos visuais mais privilegiados nas galerias nicho, em geral, eram maiores (em área) do que nas demais famílias (ver Figura 287 a 289), sobretudo nas galerias onde também foram registrados os portões com maior fluxo.

Reforçando a distribuição dos portões mais densos em relação ao eixo da galeria principal nos leiautes, também foi observado o movimento dos agentes representado pelos mapas de percursos visando aferir em que medida estes tenderiam a adentrar as cavidades nas barreiras limítrofes, o que também poderia ajudar no entendimento dos efeitos da forma (e profundidade) dessas reentrâncias nos percursos. O interesse na relação cavidade-percurso reflete, primeiro, o intuito de averiguar a manutenção da progressividade face a alteração da galeria inicialmente pura, que adquire cavidades passíveis de serem visitadas. Em segundo lugar, remete às observações *in loco* no MG (capítulo 4), nas quais se observou o tempo de permanência de visitantes diante de nichos mais rasos e mais profundos, o que, sem considerar o quesito conteúdo expográfico, apontou para um tempo de interesse mais prolongado nas cavidades mais profundas, levando-nos a questionar se mais pessoas visitariam mais frequentemente as cavidades mais profundas do que as rasas, medição que, nos limites dos recursos das observações *in loco* não foi possível fazer com precisão.

Sobre a predominância de trajetórias na galeria principal, os mapas de percursos feitos com os mesmos parâmetros usados para os mapas de portões (incluindo o número de 20 agentes) confirmaram essa característica, mostrando que ocorre um aninhamento mais denso de rotas na parte central da galeria do que em suas bordas/cavidades. De uma forma geral, além da densidade predominante na galeria central, há uma quantidade considerável de percursos nas cavidades, sobretudo, naquelas mais profundas, embora não houvesse muito fluxo nas CEAs.

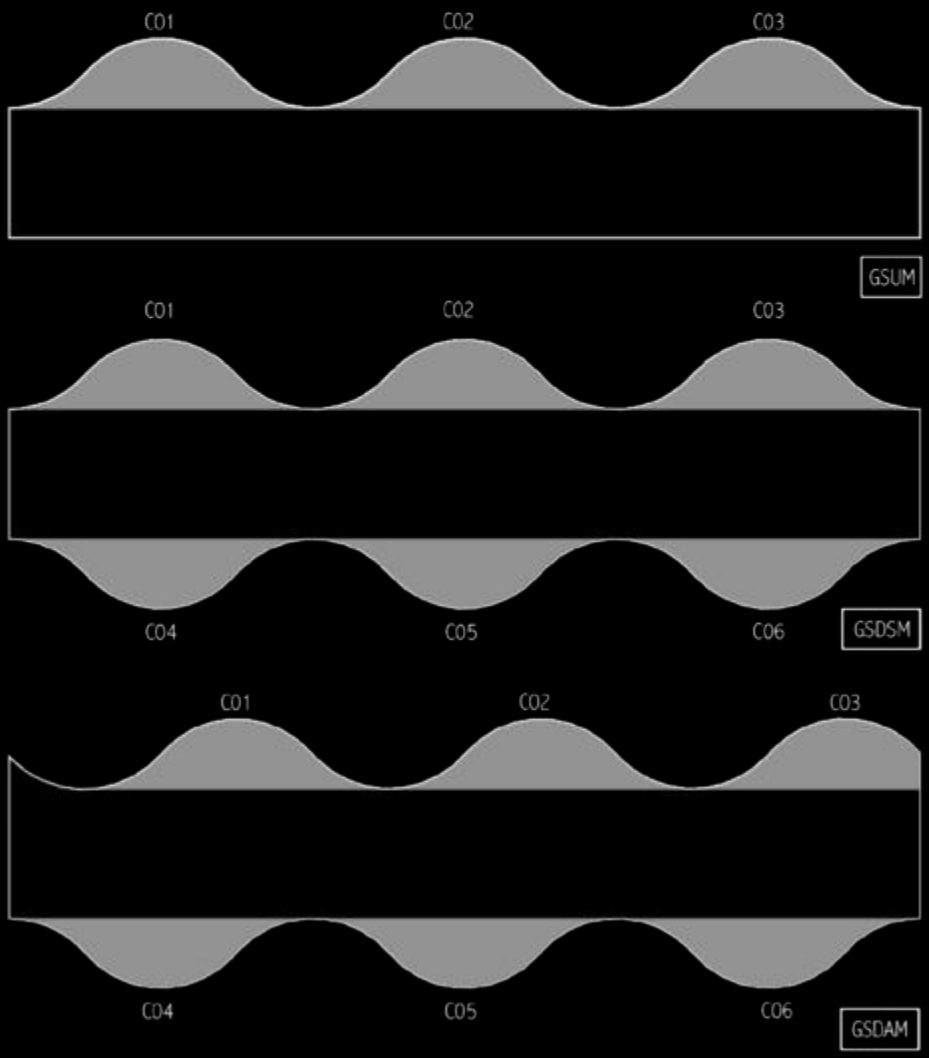
Para aferir mais detalhadamente o movimento de agentes nessas cavidades, foi feita uma contagem geral de percursos que passavam por essas reentrâncias nos 54 leiautes, com 20 agentes navegando ao mesmo tempo em cada galeria (ver Figuras 305 e 306). Os critérios para observação do comportamento nesses locais foram: o tipo de deformação das barreiras (únicas e duplas), a profundidade das cavidades (rasas, médias e profundas) e a forma destas últimas (senoide, chanfro e nicho). A aferição foi feita de acordo com o número de percursos que adentravam as reentrâncias, definidas conforme indicado (em tom cinza) nos mapas de percursos (ver Figuras 307 a 309).

Figura 305: Diagrama galeria principal e cavidades em galerias tipo senoide.



Fonte: o autor.

Figura 306: Galeria senoides sem CEAS médias com deformações única e dupla.



Fonte: o autor.

Quanto ao primeiro critério, dentre as galerias sem CEAS com deformação unilateral, o comportamento nas cavidades apontou para um maior fluxo de percursos na família senoide (39 percursos), alcançando índice semelhante nas reentrâncias chanfradas (38 percursos), mas decaindo significativamente nos nichos (26 percursos). Quanto aos arranjos com barreiras duplamente deformadas, as senoides também registraram uma maior atividade, com 88 percursos nas duplas assimétricas e 85 nas duplas simétricas. Em sequência decrescente, os quantitativos nas demais galerias distribuíram-se da seguinte forma: chanfros duplos assimétricas, 71, e simétricos, 57; nichos duplos assimétricas, 55, e simétricos, 36 (Tabela 24).

Em relação às galerias com CEAS deformadas em um de seus lados, os índices foram bastante semelhantes nas três famílias, porém, os quantitativos de percursos comportaram-se de modo inverso às galerias sem CEAs: nichos, 48); chanfros, 46; e senoides, 44. Nos arranjos com barreiras deformadas bilateralmente, os valores também foram mais equilibrados do que nas galerias sem CEAs, com o maior fluxo de agentes nas galerias chanfros duplos simétricos (68), seguidas das senoides simétricas (61), chanfros assimétricos (59), senoides assimétricas (58) e nichos assimétricos (47) e simétricos (46). Portanto, não houve uma recorrência de fluxos por tipo de família que levasse à identificação clara de um padrão, mas, em geral, os valores são mais semelhantes uns aos outros (Tabela 25).

Considerando o segundo critério, dentre os arranjos únicos e duplos sem CEAs, as cavidades mais visitadas foram as profundas, com 45 e 96 percursos, respectivamente. As menos visitadas, por sua vez, foram as rasas, com quantitativos de percursos variando de 24 (arranjos únicos) a 41 (duplos simétricos). Assim como nas galerias sem CEAs, nos arranjos com CEAs, as cavidades mais visitadas foram as profundas, com 52 e 74 percursos distribuídos, respectivamente, nas galerias únicas e duplo assimétricas. Dentre os arranjos únicos, as cavidades menos visitadas estavam nas galerias médias, com 36 percursos, seguidas de perto pelo fluxo nas galerias rasas, com 39 percursos. Em relação aos arranjos duplos, as cavidades menos visitadas foram aquelas situadas nas galerias duplas assimétricas médias, com 42 percursos, seguidas dos casos de galerias rasas duplas assimétricas (47 percursos) e simétricas (49 percursos).

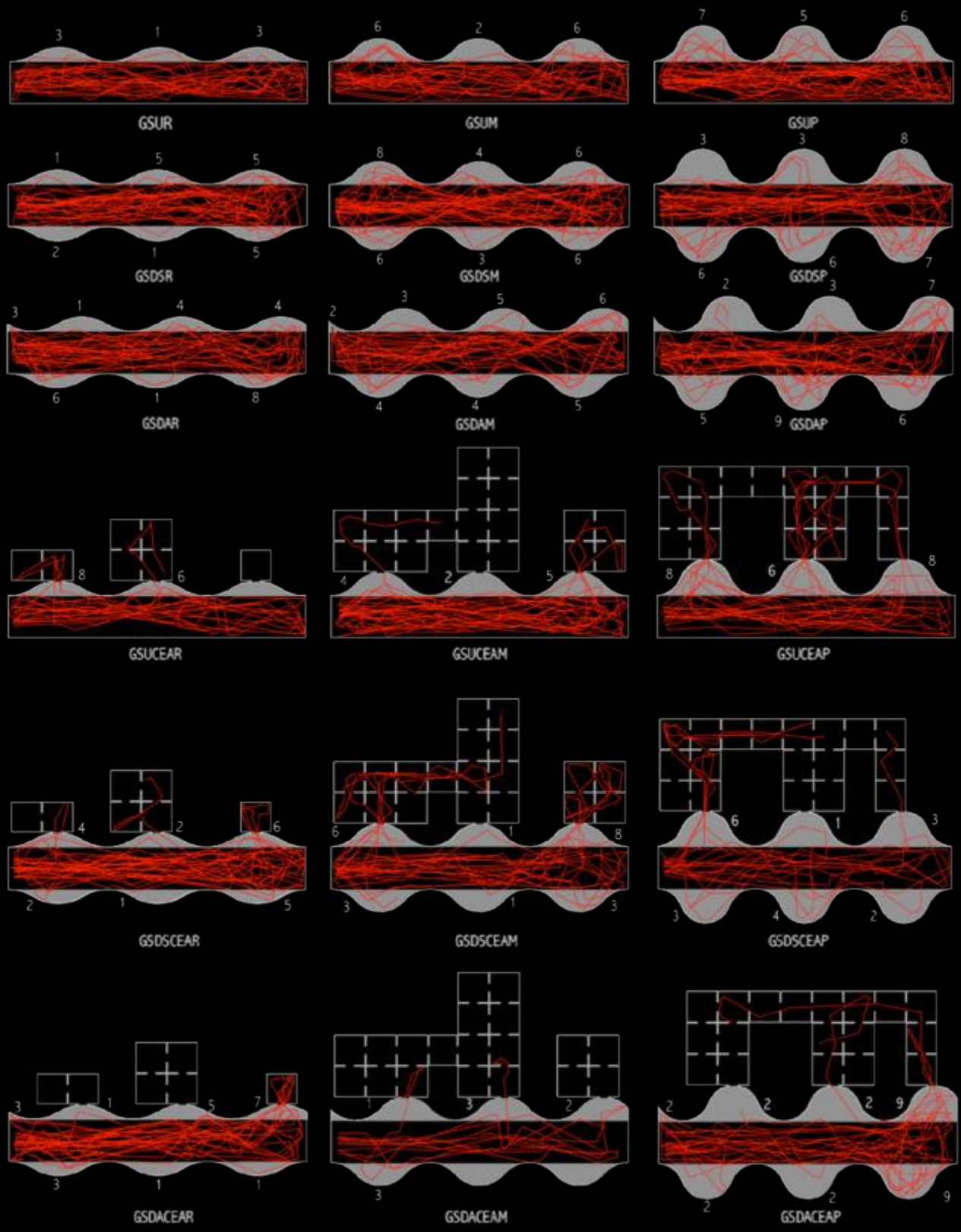
Considerando todos os arranjos de galerias, houve uma maior atividade de agentes em cavidades nas galerias sem CEA (477) do que nas com CEA (448), talvez porque, nestas últimas, existem permeabilidades entre cavidades, o que pode levar agentes a explorar as CEAs, reduzindo a atividades nas reentrâncias conectadas diretamente à galeria principal. A cavidade mais frequentemente visitada nesses dois tipos de arranjos foi a C03 (na barreira superior, extremidade oposta ao acesso), seguida da C06 (cavidade inferior, logo à direita do acesso) nas galerias duplas sem CEAs. Nos arranjos mais simples (sem CEAs) ou nos mais complexos (com CEAs), houve maior atividade nas cavidades de galerias profundas e, na maioria dos casos, menos fluxo nas galerias rasas.

Quanto ao terceiro critério, ao observar a forma das cavidades (senoide, chanfro ou nicho), nos arranjos sem CEAs, as galerias senoides foram as mais visitadas (89%) e, as galerias nicho, as menos, tanto nas disposições únicas ou duplas. Sob o mesmo parâmetro, nos arranjos com CEAs, as galerias senoides também foram as mais visitadas (55,5%), seguidas dos arranjos chanfrados (33%), com as galerias nicho (3,5%) com menor fluxo, tanto nas disposições únicas como nas duplas. Sintetizando as características sobressalentes dessa análise, tem-se: por uma houve mais recorrência de movimento de agentes nos arranjos sem CEAs do que naqueles com CEAs; mais agentes adentraram cavidades localizadas em galerias senoides, ao passo que visitaram com menos frequência cavidades nas galerias nicho; e, em geral, independente da geometria, houve mais movimento nas cavidades mais profundas.

Voltando às demais análises já realizadas para tentar entender melhor esse perfil geral de comportamento dos agentes em relação às cavidades, assim como fizemos para o comportamento de agentes em portões, a análise de visibilidade dos leiautes pode converter-se em ferramenta útil. Como vimos, os campos visuais nas galerias, em geral, parecem ser bastante afetados pelo tipo de deformação das barreiras limítrofes nos arranjos (única, dupla simétrica ou dupla assimétrica), sem e com CEAs. Além do fato de galerias com CEA possuírem cavidades permeáveis às células, o que pode afetar a distribuição dos percursos, talvez o movimento mais intenso de agentes em cavidades nos arranjos sem CEA do que nos com CEA seja reforçado também pela presença dos maiores valores de integração visual (HH) nesse tipo de arranjo, com todos os menores valores de HH ocorrendo nas galerias com CEAs. Quanto a uma menor recorrência de percursos nas cavidades nicho, isso coincide com um maior esforço informacional dispendido pelo visitante para apreender esse tipo de geometria, já que demanda que mais campos visuais sejam considerados para que toda a galeria seja vista, esforço esse que aumenta à medida que são acrescentadas CEAs, o que levou à diminuição dos valores de HH nesses arranjos.

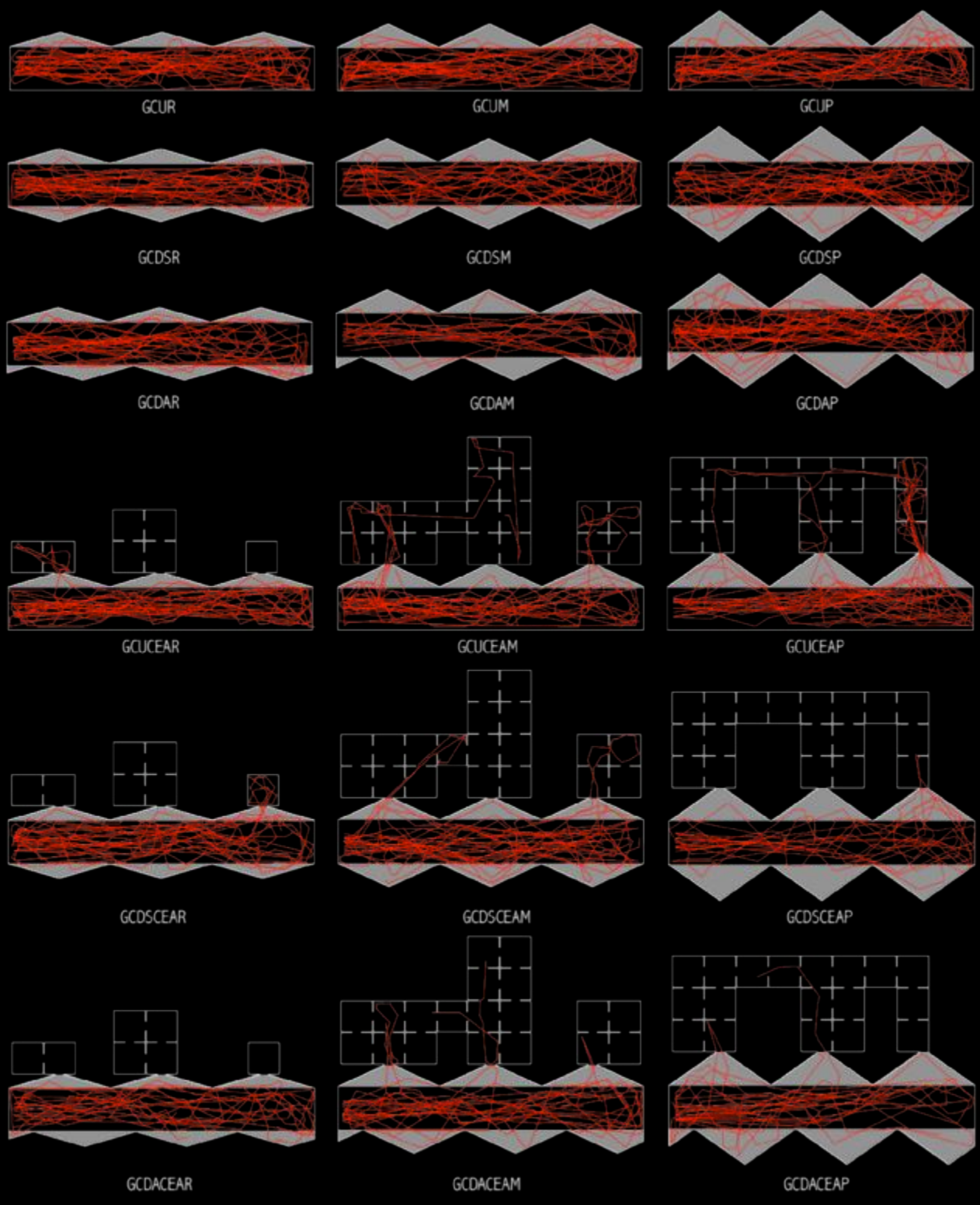
Quanto a mais agentes, de um modo geral, terem visitado as cavidades mais profundas, isso coincide com a ocorrência de maiores graus de conectividade visual e maiores valores de inteligibilidade visual em leiautes com essa característica. Já no tocante à visitação mais frequente às cavidades de forma senoide, as análises de integração e conectividade visual não respondem de modo tão positivo, pois apontaram valores um pouco maiores nas galerias chanfro (seguidas das senoides), possivelmente por estas demandarem menos esforço informacional por parte do visitante do que a geometria mais recortada das galerias nicho. Recorrendo-se a isovistas representadas a partir de três pontos hipotéticos dos arranjos rasos, médio e profundos de galerias senoides, chanfro e nicho únicas, percebe-se mais claramente que nas galerias nicho o alcance dos campos de visão resulta menor, com maiores áreas não cobertas pelas isovistas. Já dentre os nichos e as senoides, essa intervisibilidade é mais semelhante, talvez com uma leve vantagem da geometria senoide sobre os chanfros quanto ao alcance das visadas em relação às cavidades, o que pode ter influenciado o padrão de movimento um pouco mais frequente no primeiro tipo de arranjo (ver Figura 310).

Figura 307: Mapas percursos de 20 agentes em galerias senoides com cavidades destacadas.



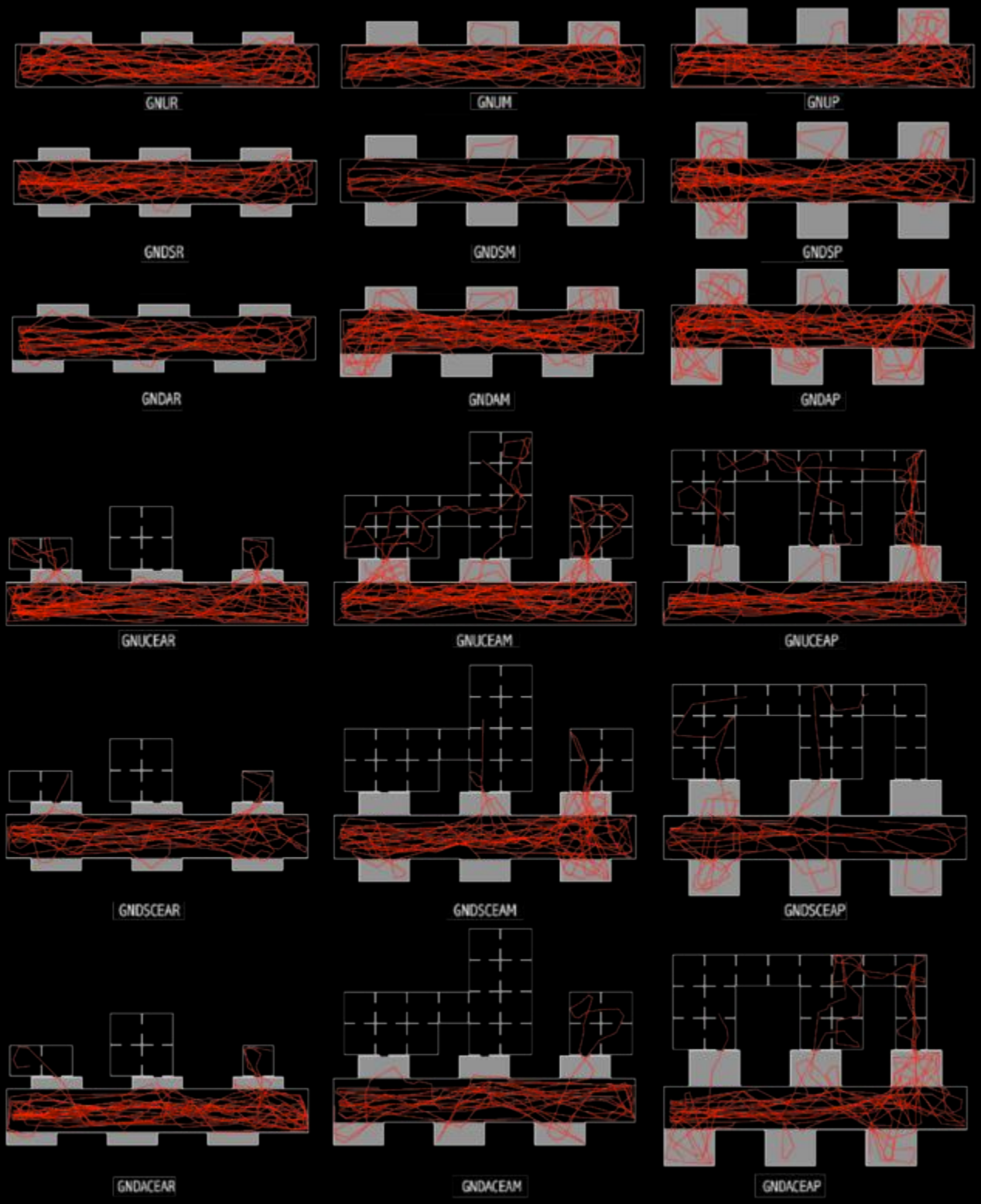
Fonte: o autor.

Figura 308: Mapas percursos de 20 agentes em galerias chanfros com cavidades destacadas.



Fonte: o autor.

Figura 309: Mapas percursos de 20 agentes em galerias nichos com cavidades destacadas.



Fonte: o autor.

Tabela 24 - Contagem de percursos em cavidades durante navegação de 20 agentes nas galerias sem CEAS.

Percursos de agentes por profundidade de cavidades em galerias sem CEAs								
Galerias	**C01**	**C02**	**C03**	**C04**	**C05**	**C06**	**C07** (menor)	**Total cavidades / Galeria**
GSUR	3	1	3	-	-	-	-	7
GCUR	4	2	3	-	-	-	-	9
GNUR	2	1	5	-	-	-	-	8
Subtotal galerias únicas rasas	09	04	11	-	-	-	-	24
GSUM	6	2	6	-	-	-	-	14
GCUM	4	3	6	-	-	-	-	13
GNUM	1	2	4	-	-	-	-	7
Subtotal galerias únicas médias	11	07	16	-	-	-	-	34
GSUP	7	5	6	-	-	-	-	18
GCUP	5	4	7	-	-	-	-	16
GNUP	3	1	7	-	-	-	-	11
Subtotal galerias únicas profundas	12	10	20	-	-	-	-	45
GSDSR	1	5	5	2	1	5	-	19
GCDSR	2	0	3	2	2	5	-	14
GNDSR	1	2	2	1	1	1	-	8
Subtotal g. duplas simétricas rasas	04	07	10	05	04	11	-	41
GSDSM	8	4	6	6	3	6	-	33
GCDSM	2	3	6	2	2	4	-	19
GNDSM	0	1	3	1	0	1	-	6
Subtotal g. duplas simétricas médias	10	08	15	09	05	11	-	58
GSDSP	3	3	8	6	6	7	-	33
GCDSP	2	3	4	6	3	6	-	24
GNDSP	7	2	3	7	1	2	-	22
Subtotal g. duplas simétricas profundas	15	08	15	19	10	15	-	79
GSDAR	1	4	4	6	1	8	3	27
GCDAR	4	3	5	1	2	5	0	20
GNDAR	2	0	1	1	1	1	-	6
Subtotal g. duplas assimétricas rasas	07	07	10	08	04	14	03	53
GSDAM	3	5	6	4	4	5	2	29
GCDAM	3	1	4	2	0	5	0	15
GNDAM	6	2	4	7	0	2	-	21
Subtotal g. duplas assimétricas médias	12	08	14	13	04	12	02	65
GSDAP	2	3	7	5	9	6	0	32
GCDAP	6	6	9	6	1	6	2	36
GNDAP	6	3	5	5	4	5	-	28
Subtotal g. duplas assimétricas profunda	14	12	21	16	14	17	02	96

Fonte: o autor.

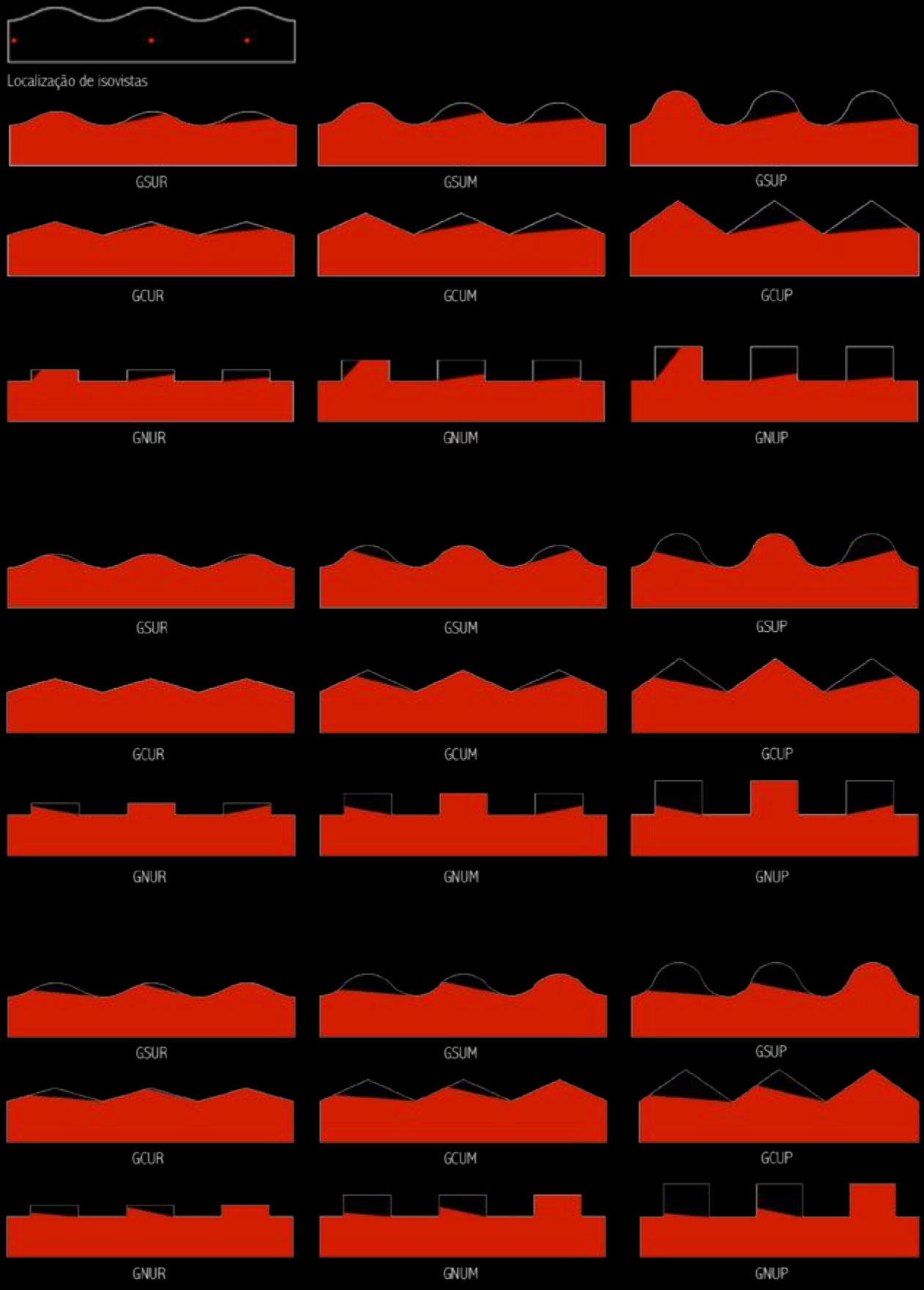
Tabela 25 - Contagem de percursos em cavidades durante navegação de 20 agentes nas galerias com CEAS.

Percursos de agentes nas cavidades de galerias com CEAs								
Galerias	**C01**	**C02**	**C03**	**C04**	**C05**	**C06**	**C07** (menor)	**Total cavidades / Galeria**
GSUCEAR	8	6	0	-	-	-	-	14
GSUCEAM	1	2	5	-	-	-	-	08
GSUCEAP	8	6	8	-	-	-	-	22
Subtotal senoides únicas com CEAs	17	14	13	-	-	-	-	44
GCUCEAR	3	2	5	-	-	-	-	10
GCUCEAM	7	2	6	-	-	-	-	15
GCUCEAP	5	7	9	-	-	-	-	21
Subtotal chanfros únicas com CEAs	15	11	20	-	-	-	-	46
GNUCEAR	5	3	7	-	-	-	-	15
GNUCEAM	7	3	9	-	-	-	-	19
GNUCEAP	3	2	9	-	-	-	-	14
Subtotal nichos únicas com CEAs	15	08	25	-	-	-	-	48
GSDSCEAR	4	2	6	2	1	5	-	20
GSDSCEAM	6	1	8	3	1	3	-	22
GSDSCEAP	6	1	3	3	4	2	-	19
Subtotal senoides d. simétricas c/ CEAs	16	04	17	08	06	10	-	61
GCDSCEAR	2	2	7	2	2	4	-	19
GCDSCEAM	5	3	4	4	6	5	-	27
GCDSCEAP	3	5	6	1	2	5	-	22
Subtotal chanfros d. simétricas c/ CEAs	10	10	17	07	10	14	-	68
GNDSCEAR	2	0	4	1	1	2	-	10
GNDSCEAM	0	4	9	2	0	6	-	21
GNDSCEAP	4	2	0	5	2	2	-	15
Subtotal nichos d. simétricas c/ CEAs	06	06	13	08	03	10	-	46
GSDACEAR	1	5	7	3	1	1	3	21
GSDACEAM	1	3	2	3	0	0	0	09
GSDACEAP	2	2	9	2	2	9	2	28
Subtotal senoides d. assimétricas c/CEAs	04	10	18	08	03	10	05	58
GCDACEAR	1	4	3	0	1	4	2	15
GCDACEAM	3	3	6	3	2	5	0	22
GCDACEAP	5	3	3	5	2	2	2	22
Subtotal chanfros d. assimétricas c/CEAs	09	10	12	08	05	11	04	59
GNDACEAR	1	3	5	2	0	0	-	11
GNDACEAM	1	1	1	2	2	4	-	11
GNDACEAP	1	3	10	5	1	5	-	25
Subtotal nichos d. assimétricas c/CEAs	03	07	16	09	03	09	-	47

Galerias	**C01**	**C02**	**C03**	**C04**	**C05**	**C06**	**C07**	**Total perc./galerias**
Galerias únicas	47	33	45	-	-	-	-	125
Galerias duplas	48	47	77	48	30	64	09	323

Fonte: o autor.

Figura 310: Isovistas em três localizações de galerias senoides, chanfros e nichos rasas, médias e profundas.



Fonte: o autor.

Nas análises feitas até então (modelos hipotéticos reduzidos, MG, MCI e variações), os agentes foram soltos simultaneamente nos leiautes, o que, conforme o modelo de Turner e Penn (2002), utiliza do princípio que um autômato pode constituir uma barreira para outro. Assim, também foi testado como 10 agentes (mesmo número de pessoas dos testes em RV) se comportariam navegando sozinhos nas mesmas galerias senoides que seriam visitadas virtualmente, que serão introduzidas na próxima seção. Os três tipos de galerias em questão são da família senoide e têm profundidade média, arranjos sem células e possuem barreiras única, dupla simétrica ou dupla assimétrica (ver Figuras 311 e 312).

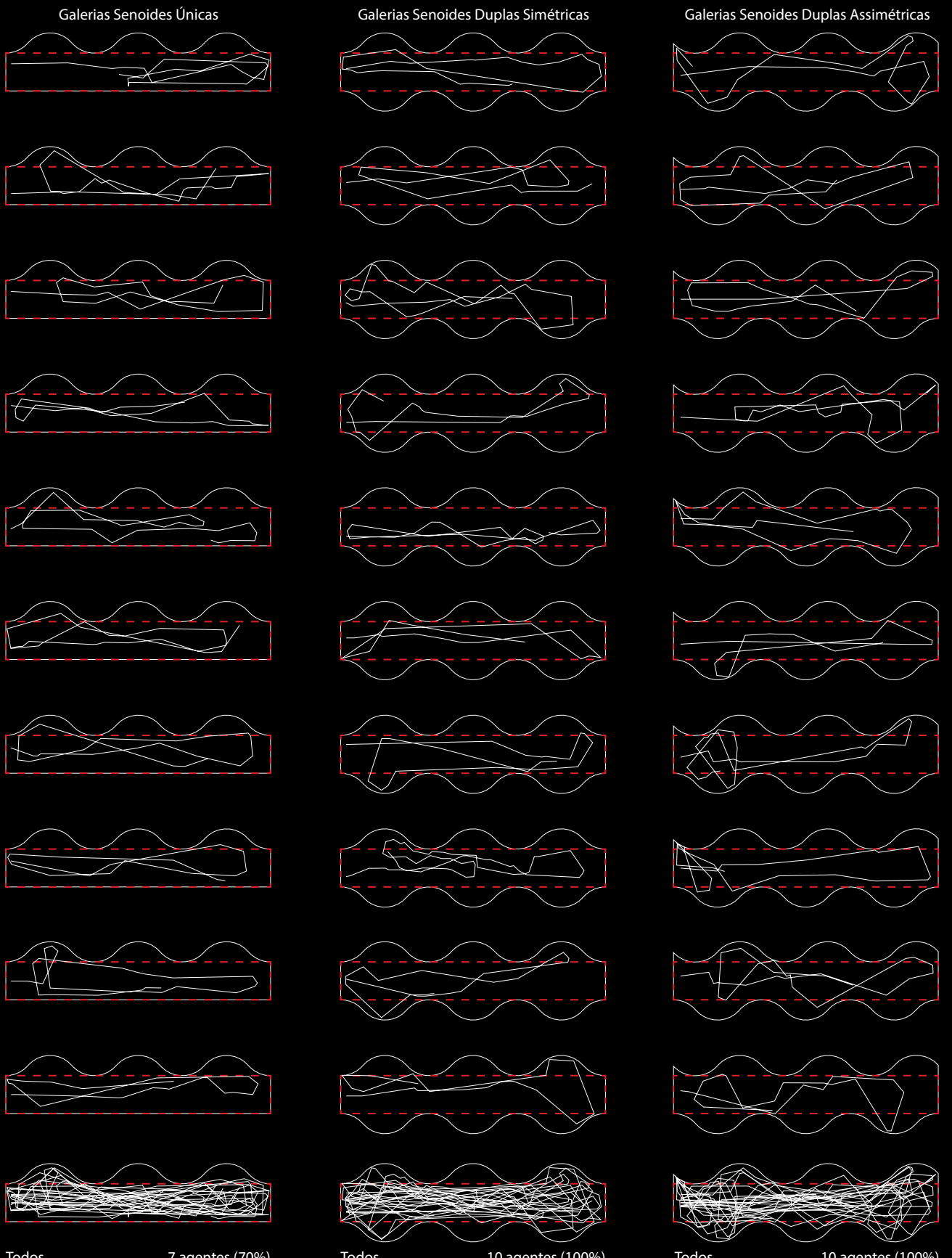
Dez percursos foram computados na GSUM, 18 na GSDSM e 32 nas GSDSP. Houve um maior movimento de agentes nas cavidades C01 e C03, ambas registrando 17 percursos. Comparando os leiautes duplo simétrico e assimétrico em relação às cavidades, a maior quantidade de percursos foi detectada na C03 (08) no arranjo assimétrico.

Em relação à simulação com 20 agentes, nas duas situações, houve maior fluxo de percursos na cavidade C03, mas no teste com 10 agentes, mais percursos foram registrados na GSDAM do que no primeiro. No geral, os testes com 20 autômatos apresentaram maiores valores do que aqueles com 10, respectivamente: 14 e 10 (GSUM); 33 e 18 (GSDSM); e 29 e 32 (GSDAM) (ver Figura 313).

Contudo, os dados levantados não permitem estabelecer como regra que, aumentando o número de agentes ou considerando sua navegação individual ou coletivamente, necessariamente aumentaria a quantidade de percursos nas cavidades, pois, como vimos na GSDAM, menos agentes navegando podem resultar em um maior fluxo. Em todo caso, espera-se que essa simulação com um menor número de autômatos seja muito útil na comparação com o movimento de pessoas nas mesmas galerias ambientadas virtualmente, que apresentaremos nas próximas seções.

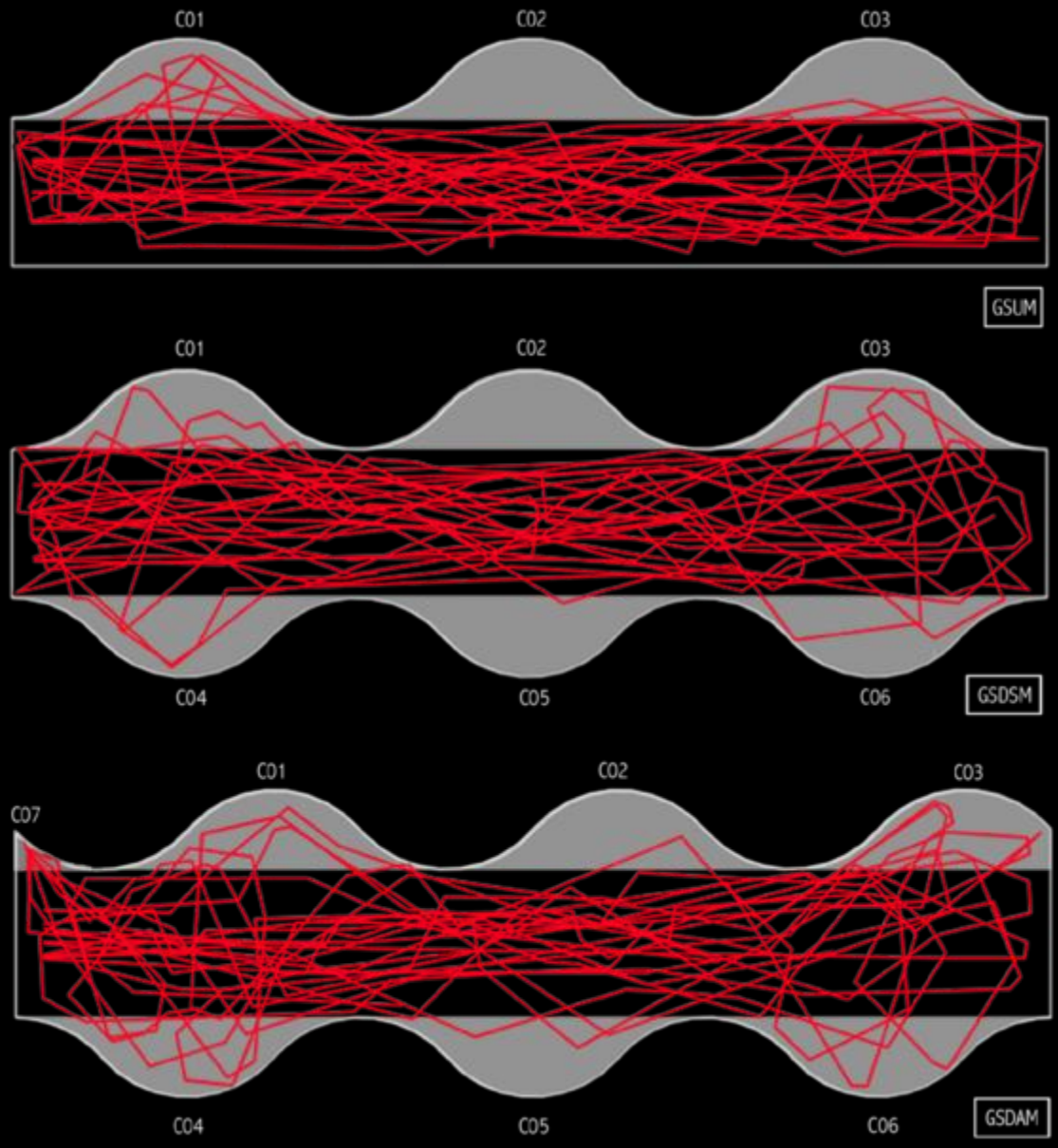
A análise de agentes não fornece uma medida sintática propriamente dita que permita estabelecer relações diretas com o teor de progressividade – como feito até então para as medidas de conectividade relativa (RC), grau de conectividade, conectividade visual por convexos (CVC), integração (HH), inteligibilidade (R2), e às relacionadas à visibilidade (integração, conectividade e inteligibilidade visual) – mas, sobretudo quando combinada a esta última , como fizemos, pareceu muito útil no entendimento de padrões de movimento nas galerias. Retomando as características conformadoras da matriz espacial da GP lançadas no capítulo 2 (predisposição a um reduzido número de linhas axiais, partição convexa simplificada, tendência à alta inteligibilidade e concentração de ocupação e movimento ao longo de um eixo central orientado conforme a geometria da galeria), os mapeamentos de portões e percursos de agentes nos 54 leiautes que analisamos reforça principalmente a última dessas características , apontando que os portões mais densos tendem a se localizar ao longo dos eixos das galerias, independente da família (senoide, chanfro ou nicho) ou tipo de deformação das barreiras (única ou dupla). Além disso, os aglomerados mais densos de percursos ocuparam mais frequentemente a galeria principal do que suas cavidades ou CEAs, reforçando sua progressividade.

Figura 311: Percursos individuais de 10 agentes (e sobreposição destes) em galerias senoides únicas e duplas médias.



Fonte: o autor.

Figura 312: Sobreposição de percursos de 10 agentes em galerias senoides (cavidades indicadas em cinza).



Fonte: o autor.

Tabela 26 - Percursos de agentes por cavidades de galerias senoides.

Percursos de agentes nas galerias senoides por cavidade							
Galerias	**C01**	**C02**	**C03**	**C04**	**C05**	**C06**	**C07**
GSUM	6	0	4	-	-	-	-
GSDSM	6	0	5	3	1	3	-
GSDAM	5	1	8	6	4	4	4
Total	17	1	17	9	5	7	4

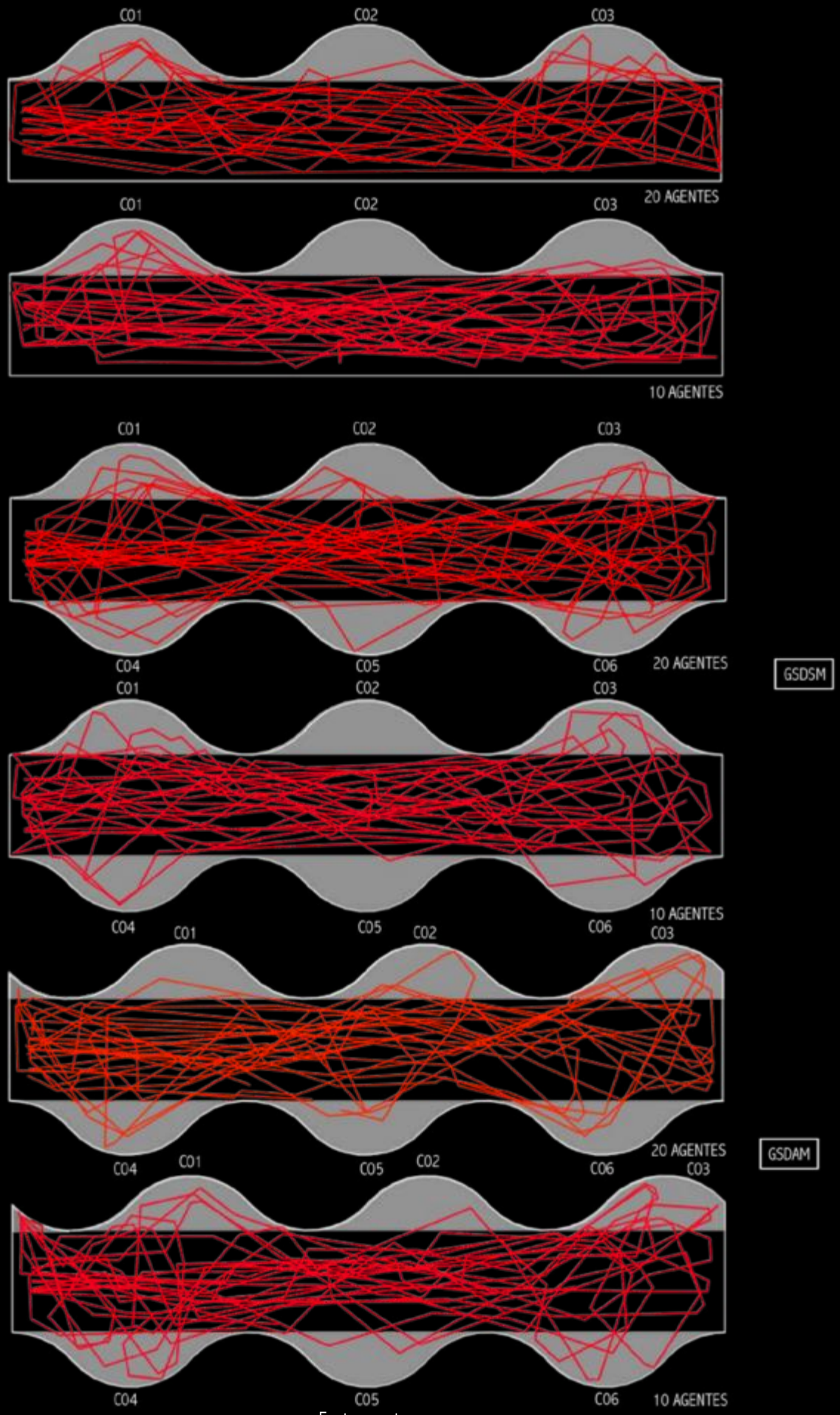
Fonte: o autor.

Tabela 27 - Total de percursos de agentes em cavidades de galerias senoides.

Total de percursos de agentes nas cavidades das galerias senoides	
GSUM	10
GSDSM	18
GSDAM	32

Fonte: o autor.

Figura 313: Percursos de 20 agentes navegando simultaneamente e sobreposição de percursos de 10 agentes em navegação individual em galerias senoides (cavidades indicadas em cinza).



Fonte: o autor.

5.4 A Expansão da Análise Morfológica à Luz da Neurociência

"A realidade é o resultado da mais respeitável imaginação."
(Wallace Stevens, 1957)

Como anunciado na introdução, esta pesquisa ancora-se nos estudos morfológicos em arquitetura, centrando-se na teoria da sintaxe espacial (HILLIER; HANSON, 1984; HILLIER, 1996 ; HANSON, 1998), que propõe complementar com a análise das respostas humanas quanto ao foco , conforme este é entendido no campo da neurociência. Atuando em conjunto, espera-se que os dois campos possam ampliar o entendimento da interação entre visitantes e espaço no tipo espacial tratado nesta tese, galerias de arte com ambientes dispostos sequencialmente, conhecido na literatura como galeria progressiva (GP) (BENNET, 1995; SUTTON, 2000).

O interesse neste objeto manifesta-se pela possibilidade de investigar em que medida a GP permitiria uma experiência de visitação capaz de incentivar os usuários a experimentá-la de modo mais exploratório e menos entediante do que sua natureza espacial determinística normalmente sugere (uma vez que é definida por poucas opções de rotas e possibilidades de movimento), ao mesmo tempo que seu caráter enquanto espaço social pudesse ser fortalecido.

Até o momento, partindo de sua contextualização histórica, a morfologia da GP foi analisada com base na aferição de propriedades sintáticas que informaram sobre padrões de movimento e visão de visitantes, no intuito de fomentar bases para averiguar em que medida seria possível conciliar a condição determinista da GP e a facilidade de navegação a esta inerente à oferta de mais opções de rotas e copresença, contribuindo para fortalecer o caráter social do espaço. Neste capítulo, em particular, estendemos as análises iniciais, feitas com modelos hipotéticos reduzidos, galerias históricas e dois casos emblemáticos na historiografia da arquitetura moderna, ao que chamamos de variações de GP, convertidas em 54 modelos de galerias, nos quais também verificamos padrões de ocupação, movimento e visibilidade.

Uma vez que hoje há recursos disponíveis na neurociência, inclusive, *software* e dispositivos acessíveis ao consumidor, nesta seção, partimos do pressuposto de que a aproximação entre este campo e a arquitetura pode converter-se em importante ferramenta na informação sobre os tipos de experiências cognitivas específicas produzidas pelo cérebro humano em ambientes construídos. Para complementar a análise centrada no movimento e na visão, já sedimentada no campo da sintaxe espacial (SE), propõe-se associá-la, especificamente, à relação entre as redes da atenção dorsal e do modo padrão de indivíduos (que definem a medida de foco) enquanto estes navegam em algumas das variações morfológicas analisadas na seção anterior, agora modeladas como ambientes arquitetônicos virtuais. Ao propor essa conexão, a pesquisa aqui empreendida enquadra-se no que é atualmente conhecido na literatura como projeto informado pela neurociência ou *neuroscience-informed design*, do qual falaremos em mais detalhes nesta seção (SOURINA *et al.*, 2016).

Dentre as inúmeras abordagens dos estudos em neurociência, nesta pesquisa propõe-se uma aproximação ao estado cognitivo de visitantes nas GPs através da aferição da medida de foco. Por foco, entende-se uma medida de atenção fixa para uma tarefa específica, que afere o nível ou a profundidade dessa atenção, bem como a frequência com que a atenção alterna entre as tarefas, de modo que um alto nível de troca de tarefas é uma indicação de falta de foco e distração (RADEK, 2011; MENON, 2015).

Ao associar a condição de foco do visitante às propriedades espaciais referentes ao movimento e à visão, acessadas analiticamente através da aproximação sintática, pretende-se buscar um maior entendimento acerca da experiência da visitação em espaços expositivos. A amostragem a ser investigada com o auxílio da RV e da neurociência, pelos limites desta tese, consiste em três arranjos específicos de GPs senoides (GSUM, GSDSM e GSDAM), mas, argumenta-se, o modelo de análise aqui sugerido poderia expandir-se futuramente a uma gama maior e mais diversa de espaços.

Antes de tratarmos da anatomia e do funcionamento da atenção cognitiva (subseção 5.4.2), cerne do conhecimento neurocientífico aplicado nesta tese, e como este pode ser acessado por meio de dispositivos do tipo interface cérebro--computador (BCI) utilizados em conjunto com a RV imersiva (subseção 5.4.3) para levar ao posterior detalhamento dos meios e métodos utilizados nos experimentos com os referidos arranjos de GP (subseção 5.4.4), culminando na apresentação e na discussão dos resultados desses testes (subseção 5.4.5), tendo em vista que um dos pontos em comum entre a neurociência e a arquitetura é a investigação acerca da cognição, parece importante iniciarmos esta seção introduzindo o segmento da neurociência que se dedica aos processos cognitivos: a neurociência cognitiva.

5.4.1 Algumas noções sobre neurociência cognitiva

O britânico Thomas Willis (1621-1675) foi o primeiro anatomista a conectar comportamentos humanos anormais a mudanças na estrutura do cérebro a partir de conclusões que obteve tratando pacientes em vida e, posteriormente, fazendo suas autópsias. Em 1664, publicou *The anatomy of the brain and nerves*, cujos desenhos, feitos por seu colega, o arquiteto Christopher Wren (1632-1723), autor do projeto da St. Paul's Cathedral, em Londres, foram consideradas as representações mais precisas do cérebro humano por 200 anos (ver Figura 314). Willis também nomeou uma série de regiões do cérebro, dando início às ideias e conhecimentos básicos que hoje conhecemos como neurociência cognitiva (GAZZANIGA; IVRY; MANGUN, 2014).

A explosão em pesquisas sobre o sistema nervoso tomou impulso no século XVIII em meio a uma intensa atividade em torno do que seria o nascimento da ciência moderna, que assistiu, logo em seguida, a invenções importantes, como a máquina a vapor (Robert Fulton, 1807), o eletromagnetismo (Hans Cristian Ørsted,1820) e, particularmente relevante para os estudos do cérebro, uma versão precursora do galvanômetro (Leopoldo Nobili, 1825), instrumento eletromecânico usado para detectar e indicar uma corrente elétrica (SHEPHERD, 1991).

No século XX, entre as várias aproximações circundando o funcionamento do cérebro (que oscilavam entre as visões do órgão como uma unidade de partes interconectadas ou como partes processadas individualmente), surgiram vários instrumentos chave, sem os quais as descobertas neurociêntíficas dos últimos 30 a 40 anos não seriam possíveis, tais como a tomografia axial computadorizada (impulsionada, na década de 1930, por Alessandro Vallebona, com o primeiro modelo computadorizado escrito por William Oldendorf, em 1961); o primeiro scanner de ressonância magnética (MRI), criado por Paul Lauterbur, em 1973; e a ressonância magnética funcional (fMRI), implementada na década de 1990, por Seiji Ogawa e seus colegas, no AT&T Bell Laboratories, em Nova Jérsei, EUA (GAZZANIGA; IVRY; MANGUN, 2014). Mais de três séculos após os estudos de Willis, sob a noção geral de que o cérebro era mais do que uma soma de partes, o termo neurociência cognitiva (NC) foi cunhado, na década de 1970, pelo cientista Michael S. Gazzaniga e pelo psicólogo cognitivo, George A. Miller, resultante da união entre o termo cognição, ou processo de adquirir um conhecimento, e a neurociência, que estuda o funcionamento do sistema nervoso, objetivando a compreensão sobre como "as funções do cérebro físico podem produzir os pensamentos e ideias de uma mente intangível" (GAZZANIGA; IVRY; MANGUN, 2014, p. 4, tradução nossa).

A questão central na NC é como a mente é ativada pelo cérebro, em seu todo ou por partes especializadas, operando com relativa independência. Explorando a base neural da cognição, esse campo da neurociência inclui o exame da percepção, o entendimento da linguagem, da memória, da resolução de problemas, da tomada de decisões e da atenção, sendo esta última abordada em relação a sujeitos navegando virtualmente em três das GPs senoides criadas.

O campo da NC tem como base as descobertas sobre como os neurônios processam e representam informações, assim como as ideias sobre como o aprendizado pode ocorrer através da modificação das propriedades destes e de suas conexões. Ao dizer isso, está implícito que há certa especialização da função no cérebro, por isso é preciso frisar que prevalece a noção contemporânea de que as áreas do cérebro parecem trabalhar juntas, interativamente, apoiando as funções cognitivas emergentes. Na verdade, o modo de organização do processamento cognitivo tem sido bastante debatido, com pesquisadores argumentando que regiões específicas do cérebro realizam operações distintas enquanto outros sugerem que cada região contribui de uma maneira específica para um processo interativo e distribuído (McCLELLAND; RALPH, 2015).

Diversas linhas de pesquisa com diferentes abordagens contribuíram para inúmeras associações comportamentais em as áreas do cérebro, com muitas regiões já definidas, mas ainda falta uma formalização abrangente da função de cada região em relação ao comportamento humano. No século XIX, o trabalho pioneiro dos médicos Paul Broca (1824-1880), considerado o pai da neurologia francesa, e do polonês-alemão Carl Wernicke (1848-1905), apresentou evidências de como o comportamento específico era comprometido após o cérebro sofrer lesões locais, percebendo que a atribuição de uma função específica a uma área cortical estava relacionada a sua conectividade anatômica com regiões cerebrais distantes (GENON *et al.*, 2018).

Figura 314: O cérebro humano (vista ventral) desenhado por Christopher Wren para Thomas Willis, publicado em The Anatomy of the Brain Nerves (1664).



Fonte: (Gazzaniga, Ivry e Mangun,1998: 2014, p.4 (recorte nosso))

Na NC atual, prevalece a suposição de que o mapeamento do cérebro humano é governado por dois princípios fundamentais da organização funcional: segregação e integração. O primeiro estabelece que o córtex cerebral não é uma entidade homogênea, podendo ser subdividido em módulos regionalmente distintos (áreas corticais ou núcleos subcorticais), com base nas propriedades funcionais e estruturais. Já o segundo enfatiza que "nenhuma região do cérebro é, por si só, suficiente para desempenhar uma função cognitiva, sensorial ou motora específica. Antes disso, todas as capacidades mentais dependem de uma interação dinâmica e troca de informações entre diferentes regiões" (GENON *et al.*, 2018, p. 351, tradução nossa).

De uma forma ou de outra, algumas das perguntas que regem as investigações em NC tratam de sinais químicos e elétricos produzidos pelos neurônios e como estes levam a processos cognitivos (percepção, memória, entendimento, insight e raciocínio), ou sobre como os conhecimentos explícito (objetos e eventos no mundo e na história pessoal do indivíduo) e implícito (desempenho e linguagem qualificados, por exemplo) são representados fisicamente no cérebro e como são acessados no pensamento, na percepção e na ação (McCLELLAND; RALPH, 2015).

5.4.2 Anatomia e funcionamento da atenção cognitiva

> *"Todo mundo sabe o que é atenção. É o tomar posse pela mente, em forma clara e vívida, de um dentre os que parecem simultaneamente vários objetos possíveis ou conjuntos de pensamentos. Focalização, concentração de consciência são sua essência. Implica em afastar-se de algumas coisas para lidar de modo efetivo com outras, e é uma condição que tem um oposto real no estado confuso, atordoado, disperso."*
>
> (William James, 1890)

O renomado psicólogo norte americano, William James (1842-1910), no final do século XIX, capturou características chave do fenômeno atencional que estão sendo investigadas hoje em dia. Ao sugerir que atenção é "o tomar posse pela mente", indicou que podemos escolher o foco da atenção, ou seja, que pode ser voluntário. Ao mencionar "um dentre os que parecem simultaneamente vários objetos possíveis ou conjuntos de pensamentos", referiu-se à inabilidade de se atender a muitas coisas ao mesmo tempo, o que se conecta aos aspectos seletivos da atenção. Também levantou a questão da capacidade limitada da atenção ao observar que "implica em afastar-se de algumas coisas para lidar de modo efetivo com outras" (GAZZANIGA; IVRY; MANGUN, 2014, p. 275).

Investigar cientificamente a mente implica em tentar entender como esta é organizada no nível de seu substrato biológico (ou seja, o cérebro), algo que tem sempre sido desafiador. O sistema atencional humano usa as redes corticais e subcorticais cerebrais, que, interagindo, nos permitem processar seletivamente a informação no cérebro. Contudo, antes de chegarmos a essas redes, parece importante introduzir a anatomia do córtex cerebral, região de crucial importância para várias funções do cérebro, como as sensórias, motoras e cognitivas. Usaremos como referência o trabalho de

Gazzaniga, Ivry e Mangun (2014), um excelente compêndio geral da NC, cujo primeiro autor, inclusive, cunhou o termo desse campo de estudos ainda nos anos de 1970.

O cérebro, órgão central do sistema nervoso humano, é composto por três partes principais: o córtex cerebral, o cerebelo e o tronco cerebral (ou tronco encefálico). A maior delas, o córtex cerebral, é associado a funções mais sofisticadas, como o pensamento e a ação. Substância cinzenta (devido a sua alta densidade de corpos celulares) e tecido mais externo do cérebro, o córtex é composto de espécies de folhas, em sua maioria, com camadas de neurônios drapeados e dobrados por sobre dois hemisférios simétricos, como um "glacê de bolo" (GAZZANIGA; IVRY; MANGUN, 2014, p. 49). Por apresentar muitas circunvoluções, denominadas sulcos (fissuras) e giros (saliências), o córtex humano é o que mais o diferencia da maioria dos mamíferos (ver Figura 315).

As muitas dobras do córtex – que sem essa conformação ocuparia uma área muito maior – desempenham diversas funções, tais como: permitir que mais superfície cortical seja empilhada no crânio; fazer com que mais neurônios estabeleçam relações tridimensionais mais próximas entre si, à medida que possui mais dobras, reduzindo o tempo de condutância neuronal entre diferentes áreas; e, ao dobrar-se, aproximar algumas regiões vizinhas.

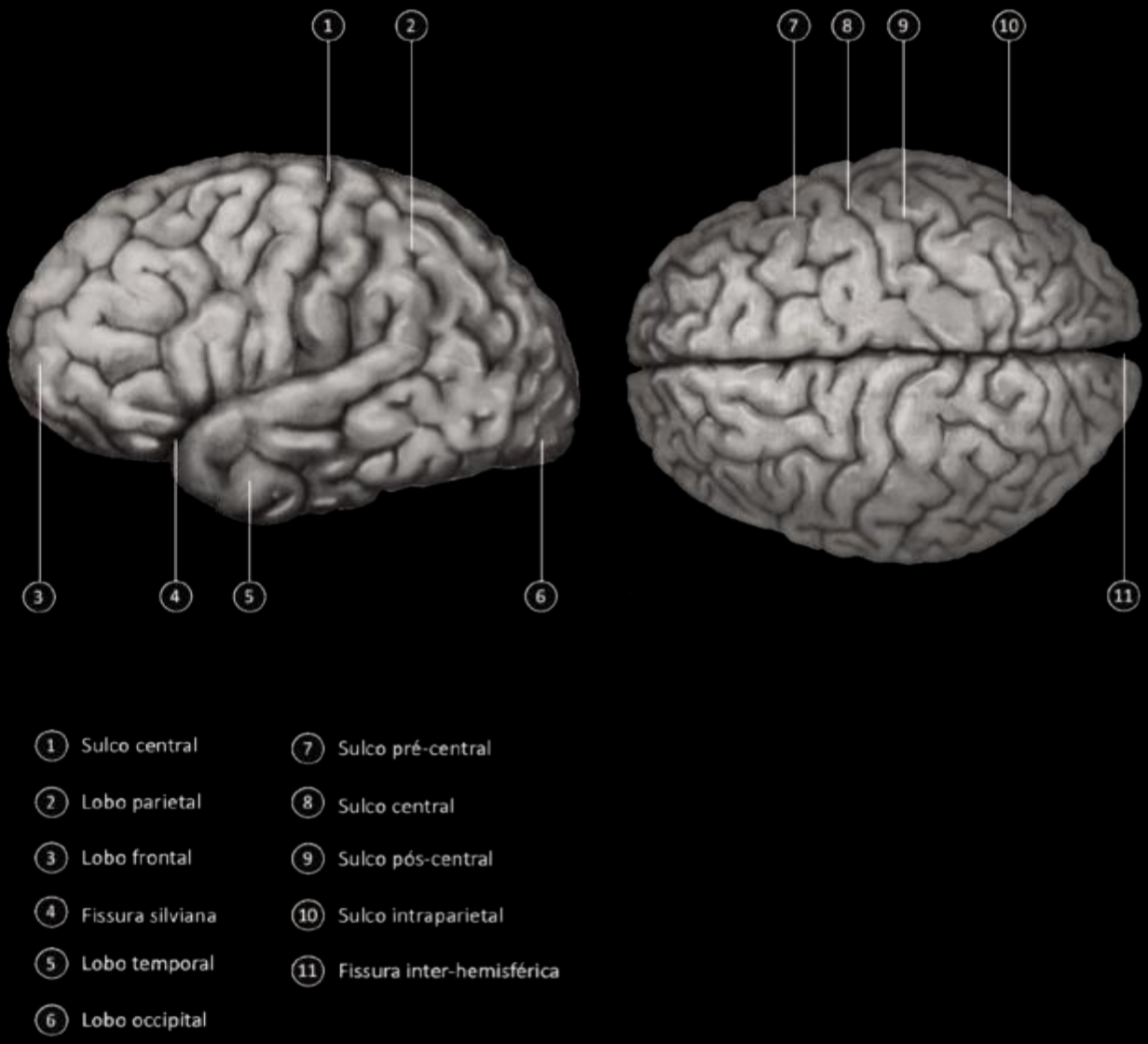
Os dois hemisférios do córtex são conectados por axônios (componente do neurônio responsável pela condução dos impulsos elétricos), subdividindo-se nos lobos frontal, parietal, temporal e occipital, melhor visualizados em vista lateral. Entre um lobo e outro, há marcos como o sulco central (frontal – parietal) e a fissura de Sylvius, (entre o temporal e os frontal e parietal), o sulco parieto-occipital (parietal - temporal) e a incisura ou entalhe pré-occipital (ver Figura 316). Os hemisférios esquerdo e direito são separados pela fissura inter-hemisférica, e com outras partes do córtex não tão contidas nos lobos, como a ínsula (entre os lobos temporal e frontal), uma ilha de córtex escondida no sulco lateral, que, por sua vez, é dividida nas porções anterior (maior) e posterior (menor). Na verdade, o córtex já teve aproximadamente 52 regiões identificadas, aqui, no entanto, apontamos as mais essenciais ao entendimento geral de sua anatomia.

O córtex também possui divisões funcionais que desempenham diversos papéis no processamento neuronal. Tipicamente, os sistemas cognitivos do cérebro são compostos mais regularmente de redes cujas partes componentes estão localizadas em diferentes lobos do córtex, mas, às vezes, é possível que as divisões anatômicas gerais coincidam com funções específicas. Além disso, mais funções do cérebro (sensórias, motoras ou cognitivas) dependem de componentes corticais e subcorticais, o que faz com que seja um pouco difícil revelar relações entre funções cognitivas e locações nas quais estas ocorrem no cérebro.

Como a anatomia funcional do córtex é muito complexa, aqui apresentaremos uma síntese que permita um conhecimento básico inicial dessa intrincada parte do cérebro. Entre muitas das funções do seu lobo frontal está seu papel central no planejamento e na execução de movimentos, contendo duas subdivisões: o córtex pré-frontal e o córtex motor. Neste último, a camada de output contém os maiores e mais surpreendentes neurônios do sistema nervoso, conhecidos como células (piramidais) de Betz, dentre os quais há aqueles que conseguem enviar sinais a grandes distâncias para a espinha dorsal.

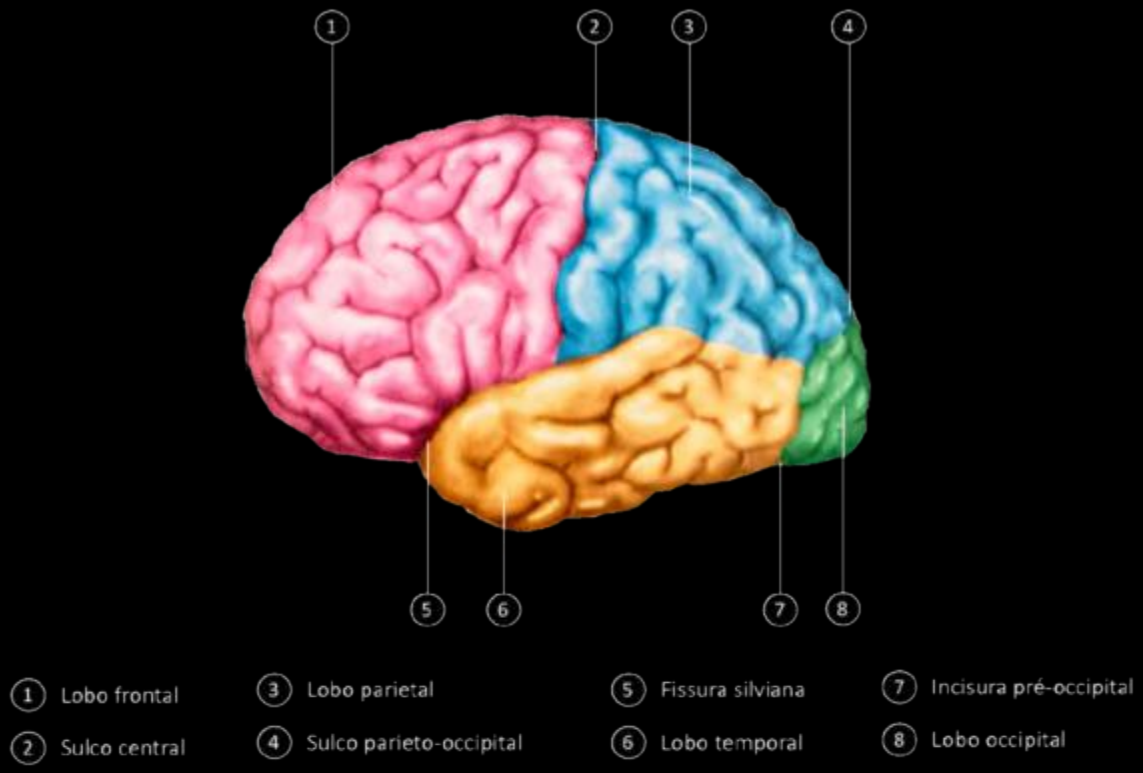
O córtex pré-frontal (PFC), nas regiões mais anteriores do lobo frontal, atua em aspectos mais complexos, como planejamento, organização e execução de comportamento, o que o garante como o centro da função executiva. Suas principais áreas são o PFC dorsolateral, o PFC ventrolateral, o córtex órbitofrontal e as regiões pré-frontais mediais, incluindo o córtex anterior cingulado. A importância do PFC pode ser exemplificada quando pessoas com lesões nessa área têm dificuldade de alcançar objetivos, mesmo que saibam os passos necessários para tanto. Outro problema é a motivação para iniciar, modular ou parar uma ação (ver Figura 317). Quanto às áreas sensoriais somáticas no lobo parietal, estas recebem e integram a informação sensorial do mundo externo, do interior do corpo e da memória. Lesões frontoparietais podem levar a vários tipos de déficits relacionados à sensação e à localização espacial, como, por exemplo, achar que partes do seu corpo não os pertencem ou que partes do espaço não existem, podendo recair em reconhecer objetos desde certos pontos de vista ou não conseguir de forma alguma localizar objetos no espaço.

Figura 315: O córtex cerebral humano.



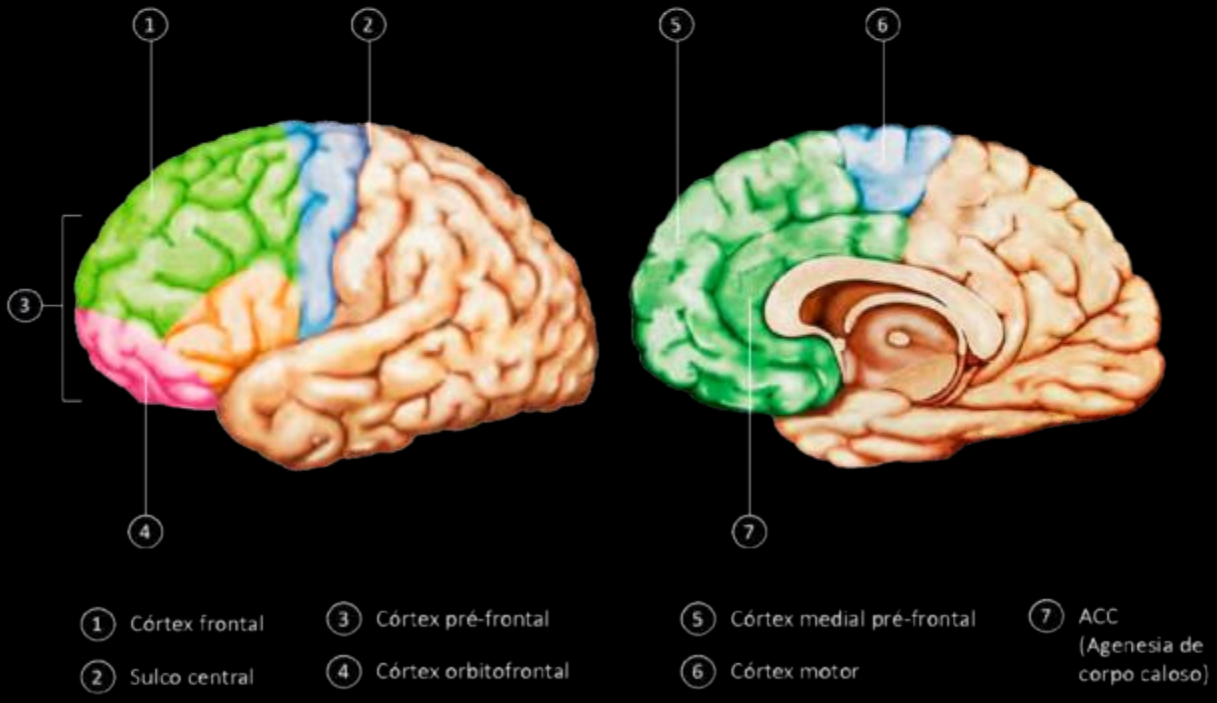
Fonte: (Gazzaniga, Ivry e Mangun, 1998: 2014, p. 49 (edição nossa))

Figura 316: Os quatro lobos do córtex cerebral humano.



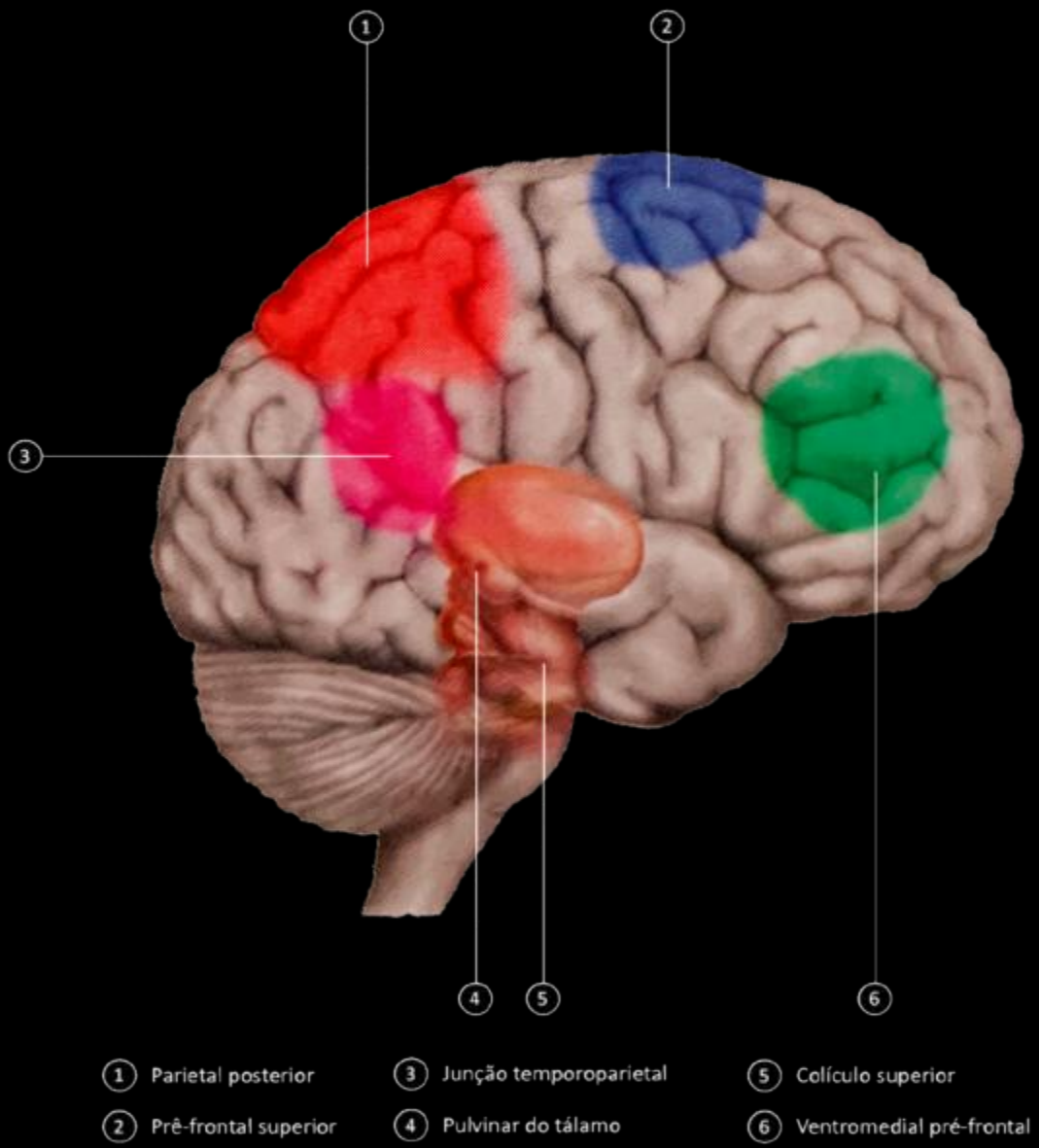
Fonte: (Gazzaniga, Ivry e Mangun, 1998: 2014, p. 50 (edição nossa))

Figura 317: O córtex cerebral frontal.



Fonte: (Gazzaniga, Ivry e Mangun, 1998: 2014, p. 53 (edição nossa))

Figura 318: A anatomia da atenção.



Fonte: (Gazzaniga, Ivry e Mangun, 1998: 2014, p. 276 (edição nossa))

De volta à função cognitiva da atenção (ou simplesmente atenção), durante o tempo de vida do psicólogo William James, citado no início desta subseção, pouco se sabia sobre seus mecanismos comportamentais, computacionais ou neurais. De lá para cá, o conhecimento desenvolveu-se bastante com estudos que identificaram vários tipos e níveis de comportamento atencional. O entendimento adotado nesta tese é aquele da atenção seletiva, que implica em como a atenção é alocada dentre *inputs* relevantes, pensamentos e ações, ao mesmo tempo em que simultaneamente ignora os que são irrelevantes ou distratores. "A atenção influencia como pessoas codificam impulsos sensórios, armazenam informação na memória, a processam semanticamente e agem para sobreviver em um mundo desafiador" (GAZZANIGA; IVRY; MANGUN, 2014, p. 275, tradução nossa).

Em suma, atenção é a habilidade de enfocar consciência em um estímulo, pensamento ou ação, enquanto outros destes são ignorados. Mecanismos de controle atencional são aqueles que determinam onde e em que nossa atenção enfoca, envolvendo redes cerebrais bem difundidas, mas altamente específicas – das quais falaremos mais adiante – que influenciam estágios específicos da informação processual onde a seleção de *inputs* (ou *outputs*) acontece, explicando a origem do termo "atenção seletiva" (GAZZANIGA; IVRY; MANGUN, 2014, p. 275).

Nosso sistema atencional usa redes subcorticais e corticais do cérebro que interagem para permitir que, neste, processemos informação seletivamente. No córtex, que acabamos de visitar, há diversas áreas importantes para a atenção, como porções do córtex frontal, córtex parietal posterior, córtex temporal posterior superior e as estruturas mais mediais do cérebro, incluindo o córtex cingulado anterior e posterior, assim como a ínsula (ver Figura 318). A maior parte do que hoje se sabe sobre a função cognitiva da atenção foi estabelecido a partir do exame de pacientes com dano cerebral influenciando a atenção comportamental, como o déficit de atenção (PHDA) ou o transtorno do déficit de atenção/hiperatividade (TDAH), mas ainda estão sendo descobertas porções do cérebro afetada por esses déficits.

Quando uma pessoa volta sua atenção a alguma coisa, esse processo é chamado de orientação, que, aplicado a nossa atenção seletiva, pode ser dividido em duas categorias: voluntária e reflexiva. A primeira, um processo do tipo de cima para baixo (*top-down*), implica em nossa habilidade de, intencionalmente, dar atenção a algo, em um processo guiado por objetivos, conhecimento ou expectativas. A segunda é um processo de baixo para cima (ou *bottom-up*) no qual um evento sensório captura nossa atenção. A orientação atencional também pode ser aberta ou secreta. É aberta quando, por exemplo, voltamos nossa cabeça rumo a um estímulo, e a segunda é quando pode parecer que alguém esteja concentrado/fazendo algo, mas, na verdade, está prestando atenção à outra coisa.

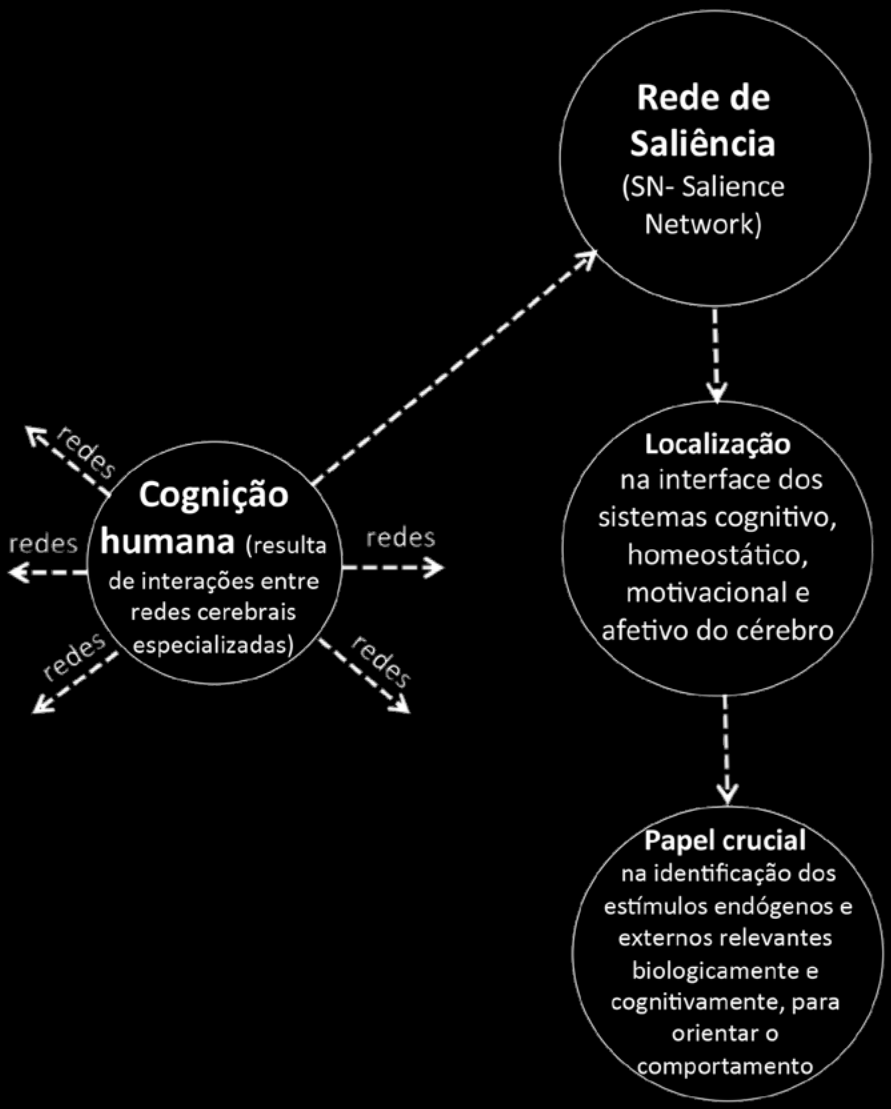
Até este ponto foi considerada a influência da atenção no processamento sensorial e falamos dos locais de sua influência, mas ainda não abordamos como esta é controlada, o que pode ocorrer por objetivo direcionado (de cima para baixo) e por estímulo direcionado (de baixo para cima). Por exemplo, ler um livro implica em utilizar a atenção dirigida por objetivo, mas parar de fazer isso porque um alarme de incêndio soou, faria a atenção direcionar-se por estímulo (GAZZANIGA; IVRY; MANGUN, 2014, p. 312).

A noção de que a cognição humana resulta de interações entre redes cerebrais especializadas é bastante disseminada nos estudos neurocientíficos. A rede de saliência ou *salience network* (SN) inclui-se nesse universo. Uma rede de larga escala, localiza-se na interface dos sistemas cognitivo, homeostático (que regula como um organismo mantém constante o seu equilíbrio), motivacional e afetivo do cérebro, tendo papel crucial na identificação dos estímulos endógenos e externos relevantes, biológica e cognitivamente, que orientam o comportamento, atuando na integração de informações sensoriais, emocionais e cognitivas. Juntamente a suas redes cerebrais interconectadas contribui para uma variedade de funções cerebrais complexas, incluindo comunicação, comportamento social e autoconsciência por meio da integração de informações sensoriais, emocionais e cognitivas (SPRENG *et al.*, 2013; MENON, 2015; ASHWAL, 2017) (ver Figuras 319 e 320).

Conectados à SN, que é uma espécie de coleção de regiões do cérebro que selecionam quais estímulos merecem nossa atenção, há dois circuitos (ou redes) antagônicos, o do modo padrão ou *default mode network* (DMN) e a rede de atenção dorsal ou dorsal *attention network* (DAN), que, por sua vez, conectam-se a um terceiro circuito, denominado de controle frontoparietal ou *executive control network* (ECN), que tem a capacidade de se acoplar de modo flexível a qualquer uma das redes. A DMN adequa-se à cognição internamente (em vez do mundo externo ou em tarefas que exigem atenção), mostrando maior atividade durante o estado de repouso. A DAN, relacionada à cognição externamente e se concentrando na atenção espacial, é considerada responsável pela consciência extrínseca, regulando as funções executivas que controlam e mediam os processos cognitivos, incluindo memória de trabalho, raciocínio, flexibilidade, solução de problemas e planejamento. Em suma, a DAN procura orientar o foco do indivíduo para uma tarefa específica. Já a ECN é associada à cognição direcionada por objetivos, ajudando as duas primeiras nos movimento de olhos, na filtragem de estímulos (evitando aqueles desnecessários ou redundantes) e na mudança e na orientação da atenção (SPRENG *et al.*, 2013; GAZZANIGA; IVRY; MANGUN, 2014; LI; MAI; LIU, 2014) (ver Figura 321 a 323).

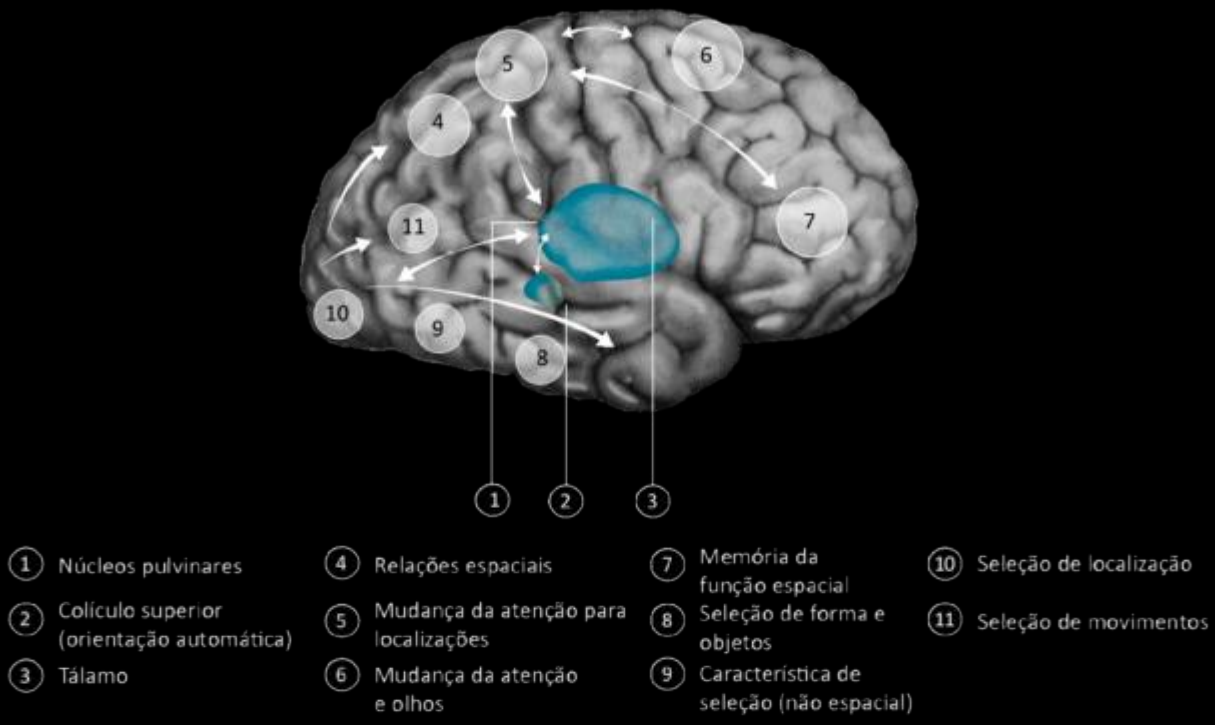
Quanto à localização, a SN ancora-se na ínsula anterior e no córtex cingulado anterior dorsal e inclui três estruturas subcorticais importantes: a amígdala, o estriado ventral e a substância negra/área tegmentar ventral. A DMN abrange as estruturas da linha média cortical posterior e anterior com seus principais hubs localizados no córtex cíngulo posterior e no pré-cuneóide, no córtex pré-frontal medial e no giro angular. A DAN encontra-se centrada no sulco intraparietal (IPS) e nos campos oculares frontais (FEF) e, por fim, a ECN localiza-se tradicionalmente em regiões pré-frontais dos lobos frontais, embora em estudos recentes sugira-se que as áreas subcorticais e do tronco cerebral também participem do funcionamento dessa rede (ASHWAL, 2017).

Figura 319: Cognição humana como resultante de interações entre redes cerebrais especializadas, incluindo a rede de saliência (SN).



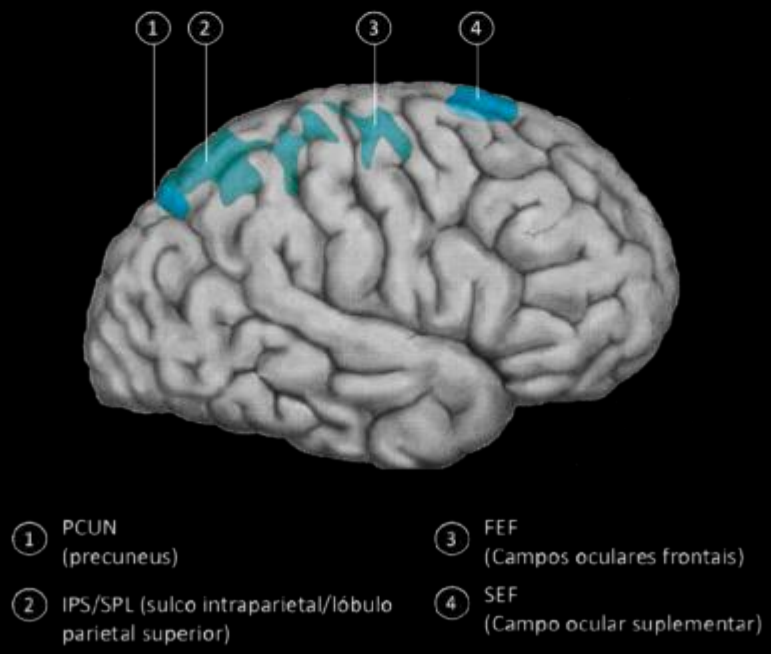
Fonte: (Spreng et al (2013, p.75) e MENON, (2015, p.597) (síntese do autor))

Figura 320: Origens e locais de atenção.



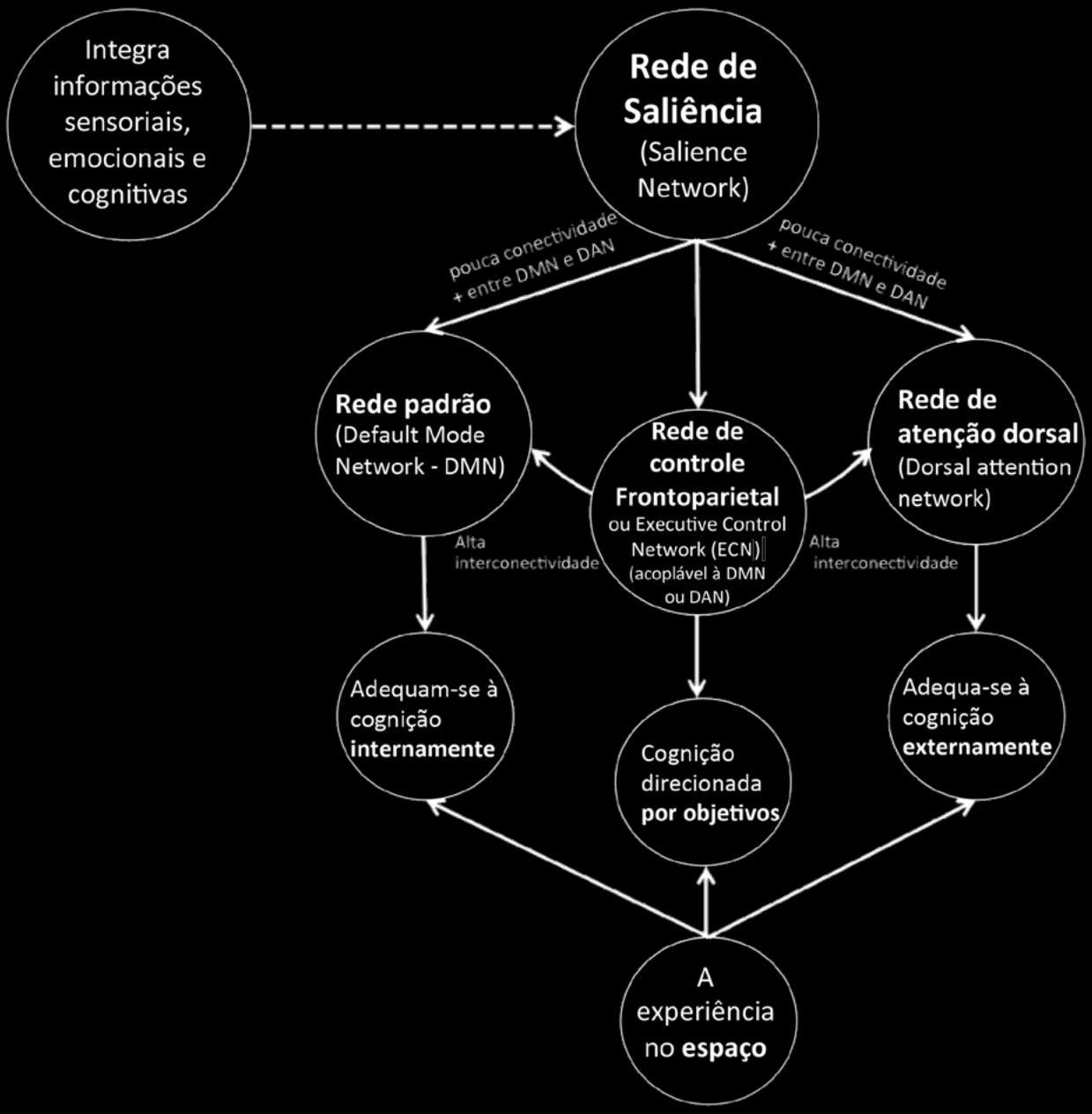
Fonte: (Gazzaniga, Ivry e Mangun, 1998: 2014, p. 312 (edição nossa))

Figura 321: Regiões corticais envolvidas no controle atencional.



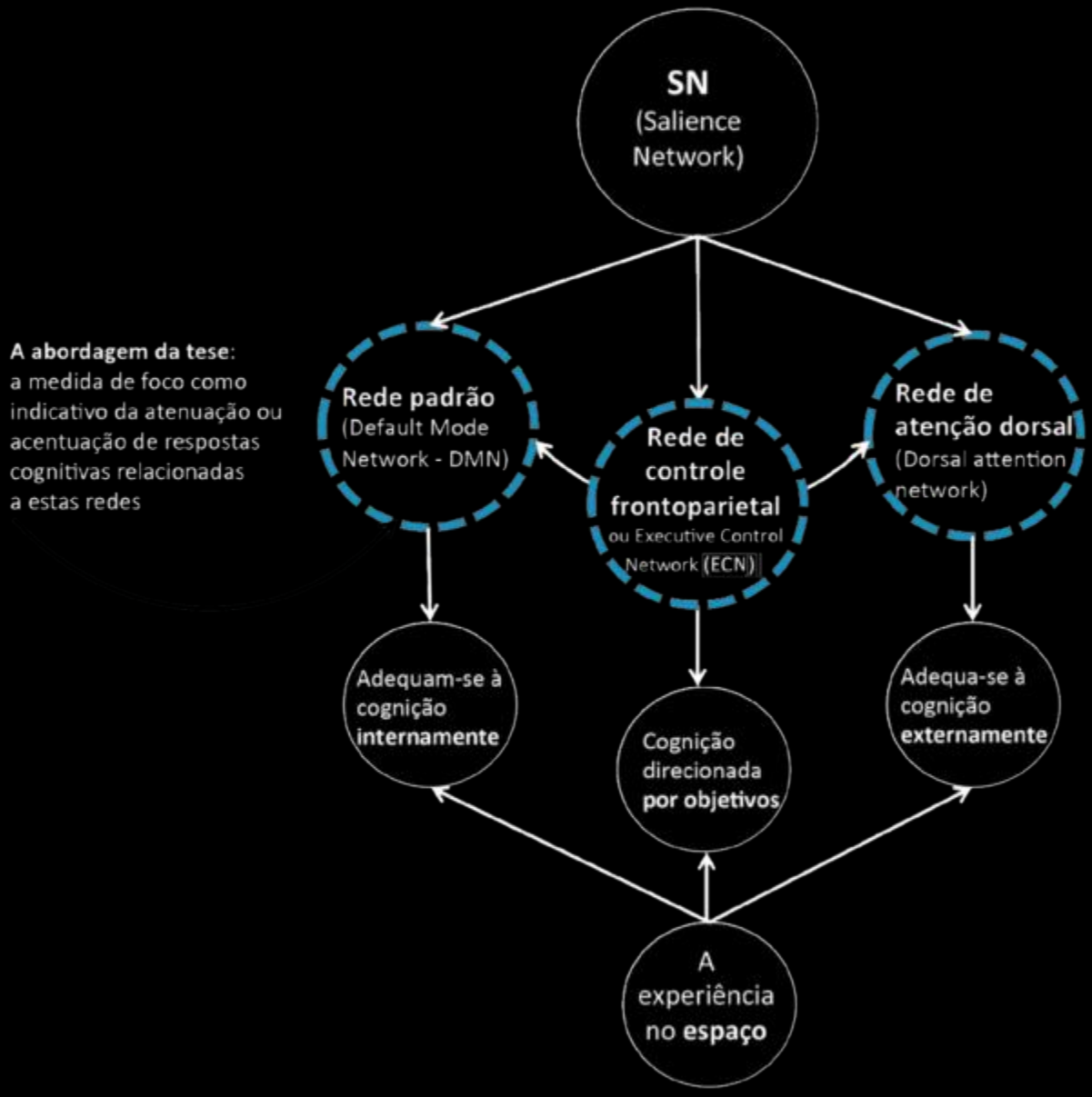
Fonte: (Gazzaniga, Ivry e Mangun, 1998: 2014, p. 313 (edição nossa))

Figura 322: A rede de saliência (SN) enquanto a rede cerebral especializada.



Fonte: (Spreng et al (2013, p. 75) e MENON, (2015, p. 597) (síntese do autor))

Figura 323: A abordagem da medida de foco na tese em relação à rede de saliência (SN).



Fonte: (Spreng et al (2013, p.75) e MENON, (2015, p.597) (síntese do autor))

Os fenômenos atencionais são diversos e implicam em muitas computações e mecanismos por parte do cérebro, os quais a NC tem investigado, sobretudo, no intuito de fornecer ao mesmo tempo uma descrição completa do funcionamento do cérebro saudável e esclarecimentos sobre como melhorar as diversas formas de déficits atencionais. Entende-se que esse tipo de conhecimento também pode ser aplicado para um melhor entendimento de repostas humanas ao ambiente construído. Descobertas na neurociência, como discorremos na introdução, já apontam para evidências de que a experiência humana no espaço afeta a performance do nosso cérebro.

Nesta tese busca-se aplicar noções acerca da função cognitiva da atenção, aferindo-a no tipo de espaço estudado, a GP, como uma possível alternativa de expansão das análises fornecidas por meio da SE, teoria e conjunto de ferramentas já consolidados no estudo da arquitetura e do urbanismo. Ao fazer isto, a tese enquadra-se em uma nova área, que deriva da Interação Cérebro-Computador (BCI), denominada "projeto informado pela neurociência" (ou *neuroscience-informed design*), aqui representada nos experimentos que discutiremos na seção 4.4.5, após apresentarmos a seguir os meios e métodos nestes empregados.

5.4.3 A interface cérebro-computador (BCI) e a realidade virtual (RV)

> *"O melhor arranjo seria, claro, uma sala na qual o computador pode controlar a existência da matéria [...] Com programação adequada este arranjo poderia literalmente ser o País das Maravilhas no qual andou Alice."*
> (Ivan Edward Sutherland, 1965)

As raízes do projeto informado pela neurociência (PIN) conectam-se à área conhecida como Interação Cérebro-Computador (BCI), derivando de estudos do bem estar humano na arquitetura e de fatores humanos na engenharia e na fabricação. A aproximação tradicional nestes últimos é a de que, para aferir o bem estar humano, normalmente utilizam-se de questionários administrados após a conclusão de alguma tarefa e/ou toda a experiência para aferir a carga mental, o estresse e a emoção, entre outros fatores de um sistema, incluindo aspectos físicos, cognitivos e organizacionais/sociais.

Segundo Brunner *et al.* (2015), o campo da BCI cresceu muito nos últimos anos, mesmo que ainda haja carência de coordenação de esforços que garantam uma maior comunicação e colaboração entre os interessados. Um exemplo de esforço significativo recente veio da Comissão Europeia (CE), divisão executiva da União Europeia que financiou uma ação de coordenação e apoio à comunidade BCI, chamada BNCI Horizon 2020, cujos objetivos incluem o desenvolvimento de um roteiro para a próxima década, incentivo à discussão e à colaboração na comunidade, promoção da comunicação com o público em geral e a fundação de uma sociedade internacional voltada à BCI. Segundo o autor, a pesquisa com BCIs começou em 1973, quando J. J. Vidal introduziu o conceito de uma interface cérebro-computador para a comunidade científica, contudo, só mais de uma década depois, o campo específico começou a ganhar impulso, hoje, contando com um aumento crescente de publicações (ver Gráfico 29).

Em sua essência, um BCI consiste em um dispositivo que permite a comunicação sem movimento físico do indivíduo, o que o potencializa, sobretudo, para usuários com deficiências graves, incapazes de falar ou manusear teclados, mouses, entre outras interfaces convencionais. Todo dispositivo BCI, segundo sua definição tradicional, deve atender aos seguintes requisitos básicos: confiar em medidas diretas da atividade cerebral; fornecer feedback ao usuário; operar on-line; e confiar no controle intencional, implicando que usuários optem por executar uma tarefa mental para enviar uma mensagem ou comando toda vez que desejarem usar o BCI. Mais recentemente, essa definição foi atualizada e um BCI passou a ser definido como:

> um sistema que mede a atividade do sistema nervoso central (SNC) e o converte em saída artificial que substitui, restaura, aprimora, suplementa ou melhora a saída natural do SNC e, portanto, altera as interações contínuas entre o Sistema Nervoso Central (SNC) e ambientes externos ou internos. Esta definição inclui BCIs que não requerem controle intencional, que também são chamados de BCIs passivos (BRUNNER *et al.*, 2015, p. 2, tradução nossa).

Um termo correlato, Interação Cérebro-Neuronal Computador (BNCI), também foi introduzido no campo, que é diferenciado da BCI pelo quesito sinais utilizados. Sem depender apenas da medição direta da atividade cerebral, um BCNI inclui sinais de atividades (neuro) fisiológicas, como movimento dos olhos, atividade muscular ou frequência cardíaca. Por fim, outra terminologia adotada é a de BCI híbrido ou BCI multimodal, caracterizado pela combinação com outro dispositivo de entrada, que, por sua vez, também inclui outro BCI (BRUNNER *et al.*, 2015).

BCIs podem ser usados para as seguintes aplicações: (1) substituir a produção natural do Sistema Nervoso Central (SNC), perdida como resultado de lesão ou doença (como sistemas de ortografia e síntese de voz); (2) restaurar a produção natural perdida de SNC (por exemplo, através da estimulação elétrica funcional dos músculos); (3) melhorar a produção natural de SNC (como monitoramento da atividade cerebral durante tarefas prolongadas e exigentes, como dirigir um carro e detectar lapsos de atenção); (4) complementar a produção natural do SNC (como fornecer um terceiro braço robótico); (5) ampliar a produção natural do SNC (como na reabilitação pós AVC); e (6) ser usados como ferramenta de pesquisa para investigar as funções do SNC em estudos clínicos e não clínicos. Esta última é o tipo de aplicação feita nesta tese (BRUNNER *et al.*, 2015) (ver Figura 324).

Enquanto a pesquisa da BCI focava quase exclusivamente em casos clínicos, na substituição e na restauração de funções perdidas por pacientes, hoje em dia, a maior atenção está nos outros cenários de aplicação: aprimorar, ampliar, complementar e pesquisar o SNC, como BCIs passivos que avaliam aspectos secretos do estado do usuário, buscam evitar situações perigosas em indústrias e melhoram a interação humano-computador, aferindo informações implícitas codificadas em processos cognitivos e perceptivos, como a que fazemos uso nesta tese (BRUNNER *et al.*, 2015).

Graças a avanços recentes na pesquisa com BCI, a partir do uso de algoritmos para reconhecimento do estado cerebral baseado em eletroencefalograma (EEG), tem-se viabilizado a aferição da interação entre o desempenho cerebral e o

humano. Em geral, ferramentas que se baseiam nesse tipo de método de monitoramento eletrofisiológico, o EEG, podem observar e registrar os estados cerebrais dos indivíduos durante experimentos que visam investigar fatores humanos (SOURINA *et al.*, 2016).

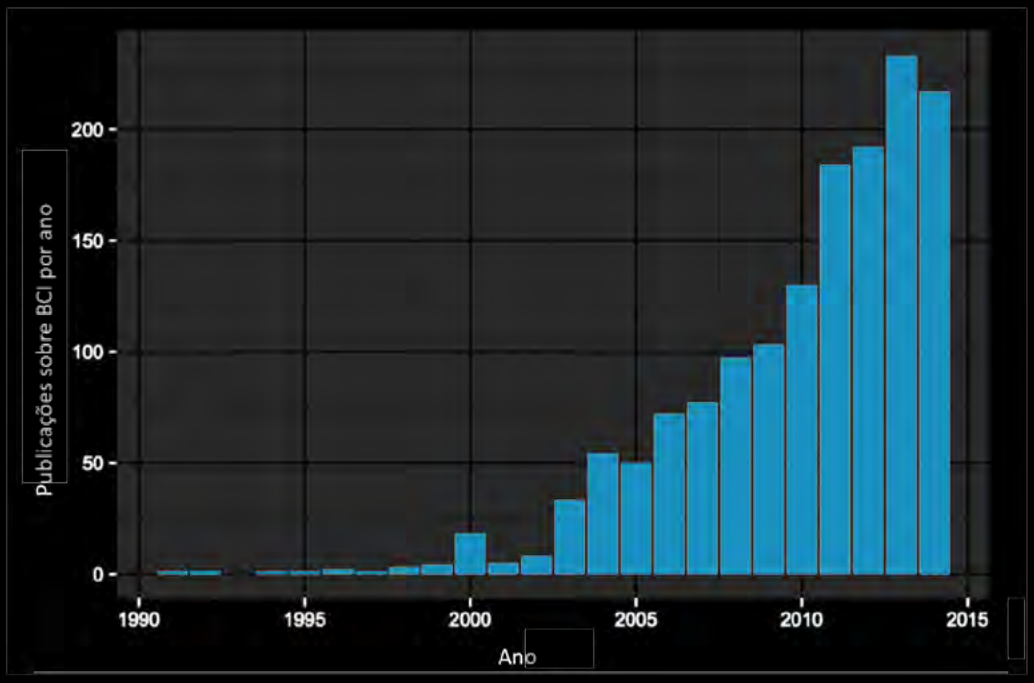
A pesquisa de fatores humanos pode ser dividida em três domínios: físico (relacionado com atividades como as posturas durante o trabalho, movimento, leiaute do local de trabalho etc.), cognitivo (relevante no processamento mental) e organizacional (enfocando, por exemplo, trabalho em equipe, gerenciamento, etc.). Nesse sentido, como o fator humano que avaliaremos aqui é o foco de atenção em ambientes arquitetônicos, este se enquadra no âmbito cognitivo.

Como a neurociência aponta, nosso cérebro é povoado por inúmeras células chamadas neurônios, que trabalham por sinais bioquímicos e elétricos sempre que pensamos, movemos, sentimos ou lembramos de algo. Esses sinais podem ser detectados e interpretados através da tecnologia eletroencefalográfica (EEG), que permite sua leitura e envio a amplificadores. Uma vez amplificados, podem ser interpretados por um *software* BCI, que usa os sinais para controlar o dispositivo propriamente dito.

O monitoramento com EEG é uma das tecnologias emergentes na BCI, dado seu potencial para fornecer uma aproximação mais fidedigna às respostas cerebrais dos indivíduos em alta resolução de tempo. Além disso, ferramentas dessa natureza tendem a alcançar uma maior precisão de medição do que outros sinais biológicos, como frequência cardíaca ou condutividade da pele. Algoritmos de reconhecimento do estado cerebral baseados em EEG comportam duas etapas: extração e classificação de recursos. A sequência se inicia com os dados do EEG sendo filtrados e os recursos extraídos, para, posteriormente, haver a classificação dos dados. Antes do reconhecimento do estado cerebral propriamente dito, o modelo do classificador ou precisa ser calibrado para cada sujeito (algoritmos dependentes) ou são usados bancos de dados EEG do sujeito (algoritmos independentes) (SOURINA *et al.*, 2016) (ver Figura 324).

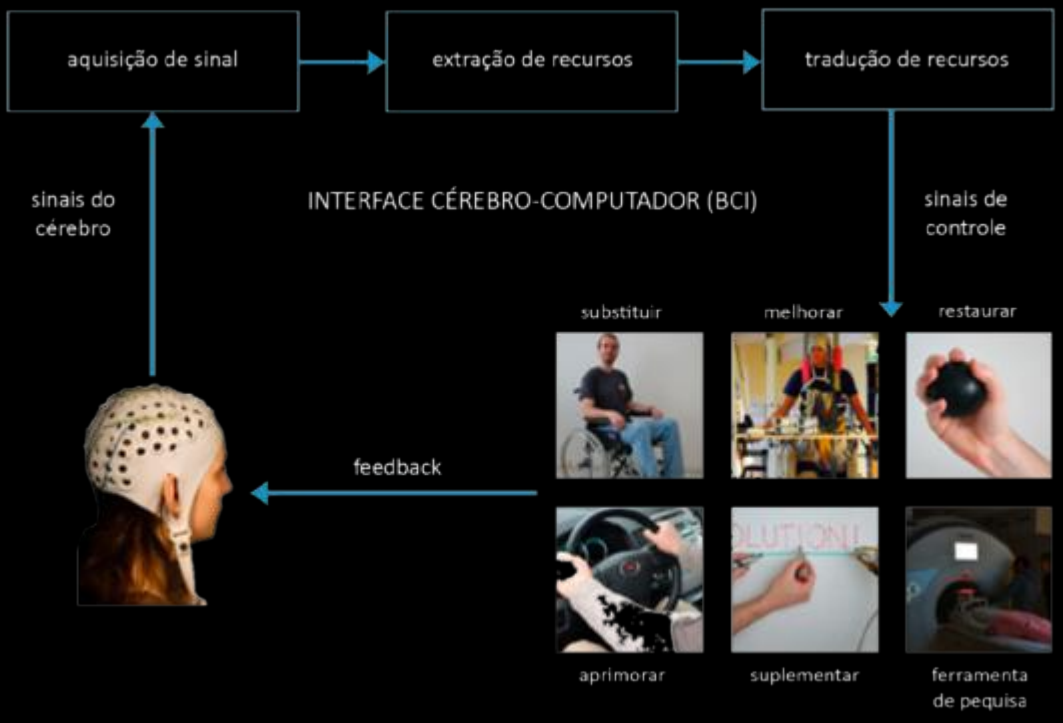
Atualmente, várias empresas produzem BCIs ou dispositivos correlatos para diferentes setores do mercado, como saúde e neurofeedback, tecnologia assistiva (que ajuda pessoas com deficiência em suas habilidades), educação, segurança e proteção, entretenimento e desempenho, pesquisa, e finanças e marketing. Nesta tese, fazemos uso de um dispositivo de neurofeedback da empresa norte-americana EMOTIV, que atua no ramo da bioinformática, visando promover o entendimento do cérebro humano usando a eletroencefalografia (EEG), cuja missão é capacitar usuários a entender melhor seu próprio cérebro e acelerar a pesquisa global sobre o cérebro. O aplicativo usado, o EMOTIVBCI, enquadra-se na modalidade "neurociências cognitivas" como ferramenta de pesquisa, segundo a qual os BCIs trabalham na decodificação da atividade cerebral e fornecimento de feedback em tempo real. O dispositivo BCI utilizado em conjunto com o *software*, fabricado pela mesma empresa, o Emotiv Insight, é um dispositivo do tipo fone de ouvido EEG sem fio e com cinco canais. Voltaremos a falar dele e do *software* EMOTIVBCI mais adiante, após estabelecermos a conexão entre BCI e RV, outra tecnologia utilizada em nossos experimentos.

Gráfico 29 - Número de publicações sobre BCI por ano.



Fonte: (BRUNNER et al, 2015, p.4 (edição nossa)).

Figura 324: Princípio de uma interface cérebro-computador, incluindo possíveis cenários de aplicação.



Fonte: (BRUNNER et al, 2015, p. 3 (edição nossa)).

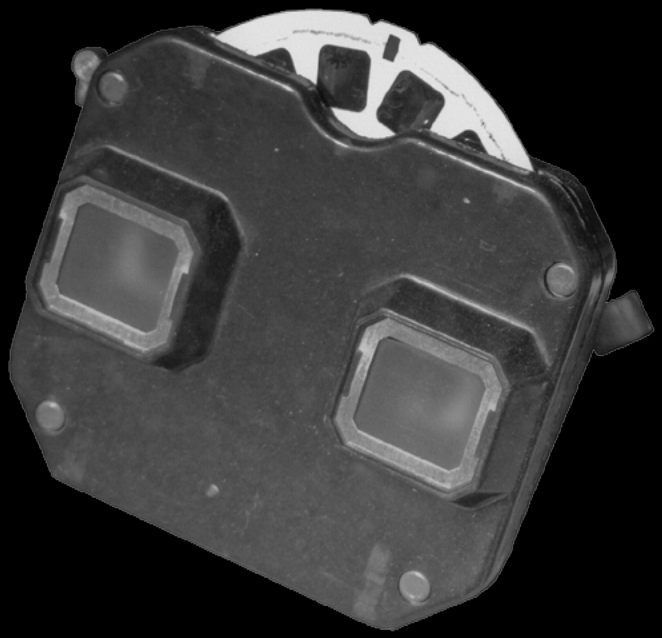
Há um inegável potencial na associação entre BCI e realidade virtual (RV): um auxilia na interação do homem com um dado ambiente por meio da atividade cerebral e o outro facilita a simulação de diferentes situações nas quais os estados cerebrais podem ser medidos e correlacionados (SOURINA *et al.*, 2016). As simulações nesta tese consistem em três leiautes de galerias para nestas avaliar o comportamento de visitantes (disposição de percursos, visadas, tempo de interesse), o que permite a comparação com resultados das análises sintáticas, ao mesmo tempo que o BCI viabiliza a aferição da performance cognitiva de atenção, que podemos comparar com padrões observados via SE. Contudo, antes de estabelecermos essa conexão e para melhor situar as ferramentas utilizadas nesses experimentos, é válido visitar um pouco da curiosa trajetória da RV, que tem permeado a história das ambiências experienciais há certo tempo.

Segundo o dicionário *Merriam-Webster* (2016), a RV é definida como "um ambiente artificial que é experienciado por meio de estímulos sensórios (como vistas e sons) fornecidos por um computador e no qual as ações do sujeito parcialmente determinam o que acontece no ambiente." (RV, 2016, tradução nossa). A RV pode ser viabilizada de várias formas, em espaços não imersivos (em painéis LCD que estimulam apenas alguns dos sentidos dos usuários), semi-imersivos (como um simulador de voo) e totalmente imersivos, que isolam o mundo físico. Em nossos experimentos optou-se pelo espaço imersivo, com modelagens de três tipos de GPs, incluindo ainda dois dispositivos de cabeça, um óculos 3D, um fone de ouvido EEG (Emotiv Insight) e outro de mão, do tipo joystick.

A RV está situada em um campo mais amplo denominado realidade estendida (XR), que engloba, além da RV, a realidade aumentada (RA) e a realidade mista ou híbrida (MR). As três juntas têm evoluído de nichos tecnológicos muitas vezes ligados a jogos digitais e a plataformas de alcance amplo, que vêm mudando radicalmente a forma como pensamos sobre computação e como usamos dispositivos (GREENGARD, 2019).

No tocante a percepções que podem ser alteradas, a ideia de XR existe há séculos expressa através de ilusões criadas por artistas, inventores e mágicos, que têm desafiado a mente humana. No século XIX, por exemplo, houve várias experimentações com ilusões óticas, como a do fisiologista Ludimar Hermann, que criou um *grid* branco (The Hermann grid) em um fundo preto, o qual, à medida que era atravessado pelo olhar, os pontos de interseção mudavam repetidamente do branco ao cinza. Nesse período, inventores começaram a lidar com estereoscópios que usavam princípios óticos, com espelhos com lentes, para produzir vistas 3Ds de objetos, como o dispositivo de mão produzido pela empresa View-Master, que permitia que pessoas visualizassem imagens 3Ds diversas, como o Grand Canyon ou Paris, empresa essa que hoje atua no mercado de RV, produzindo óculos 3D e *software*. Um exemplo nas artes, um pouco mais tardio, por volta da década de 1920, foi o artista gráfico M.C. Escher, cujas obras ilustravam impossibilidades físicas, como água subindo uma montanha (GREENGARD, 2019) (ver Figuras 325 e 326).

Figura 325: Estereoscópico da marca View-Master, início do século XX.



Disponível em: <https://www.publicdomainpictures.net/en/view-image.php?image=246898&picture=view-master-vintage> (recorte nosso). Acesso em 15 nov. 2018.

Figura 326: Óculos 3D The View-Master Deluxe VR, da marca View-Master.



Disponível em: <https://vrborg.com/review/view-master-deluxe-vr>. Acesso em 11 nov. 2019.

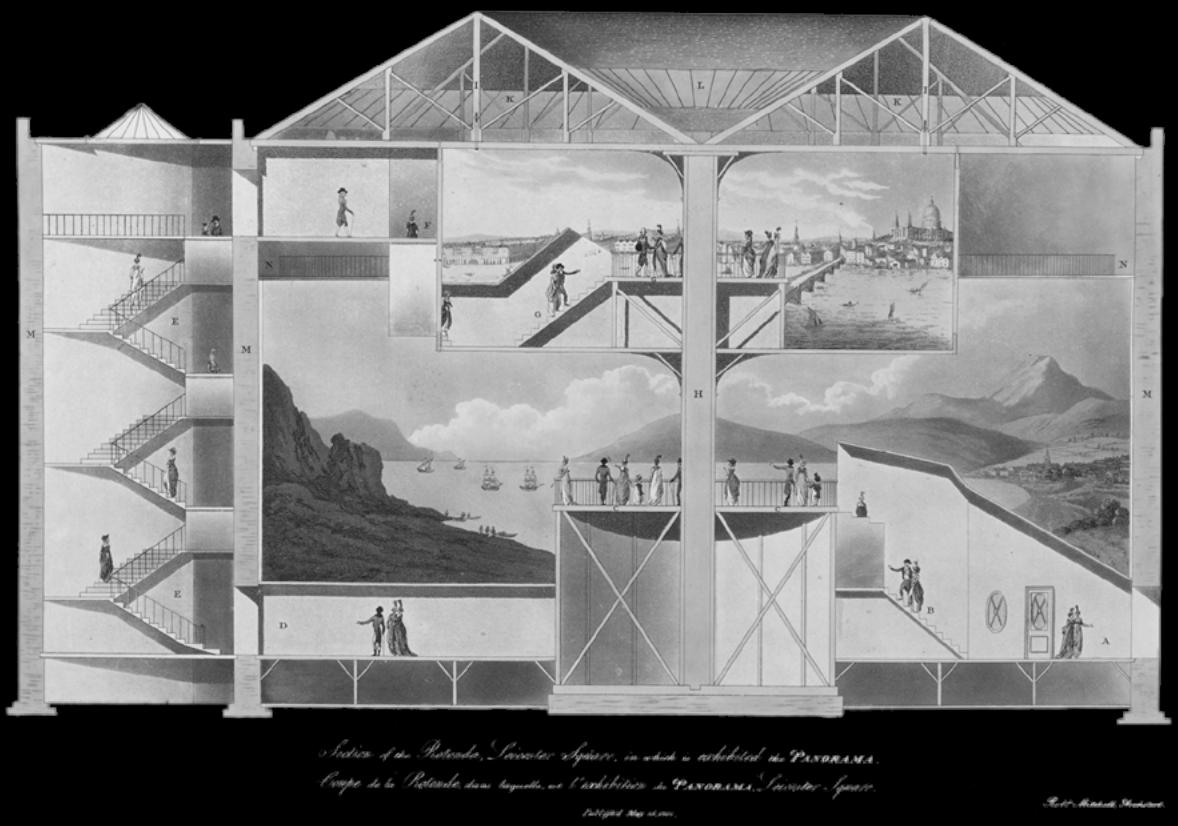
Segundo Howard Rheingold, autor do pioneiro livro *Virtual reality: the revolutionary technology of computer-generated artificial worlds and how it promises to transform society* (1992) em referência às origens remotas (nos anos de 1960) e ao conceito geral da RV, "os primeiros cibernautas perceberam muito cedo que a força de criar experiências é também a força para redefinir conceitos básicos, como identidade, comunidade e realidade. RV representa um tipo de novo contrato entre humanos e computadores" (RHEINGOLD, 1992, p. 386, tradução nossa), que opera em um mundo gerado por computadores, no qual a imaginação é tudo que limita as formas que podem ser levadas por humanos e objetos para esse universo.

Mesmo considerando que há precedências tecnológicas, só se pode falar no conceito de realidade estendida (XR), como hoje a conhecemos, a partir dos avanços da computação digital – cujas origens remontam à década de 1930, com a criação do primeiro computador eletrônico digital –, que têm possibilitado gerar imagens convincentes, sons, sensações e outros elementos sensórios que alteram a maneira que experimentamos coisas físicas ou criamos mundos aparentemente reais.

Segundo Greengard (2019, p. 10), a trajetória da RV e da RA modernas remonta aos anos de 1780, quando o pintor irlandês Robert Baker começou a fazer experimentos imersivos, como o panorama Leicester Square, inaugurado em Londres, em 1793. Tratava-se de dois expositores, na época considerados como revolucionários: um maior, com de mais de 3.000m^2 e outro menor, com cerca de 823m^2 (ver Figura 327). Essa iniciativa acabou repercutindo no meio artístico e, no início do século XIX, outros artistas começariam a criar elaborados panoramas em 3600, que produziam uma experiência sensória mais realística de paisagens, batalhas e monumentos. Poucos anos após a iniciativa de Baker, em 1822, os artistas franceses, Louis Daguerre e Charles Marie Bouton introduziriam o diorama, um expositor, normalmente de grandes dimensões, que combinava técnicas de pintura opaca e translúcida com métodos de manipulação da luz natural, criando um efeito de ilusão 3D, como se o observador estivesse no ambiente representado. Até hoje dioramas são usados em museus, sobretudo, para ilustrar cenas da natureza.

Além da tentativa de ampliação da realidade no campo artístico, inventores começaram a lidar com componentes eletrônicos que podem ser tidos como os precursores remotos da RV e da RA, a exemplo de Edward Link, que, em 1929, introduziu o Link Trainer, uma versão primitiva do simulador de voo, e Thelma McCollum, que, em 1945, patenteou a primeira televisão estereoscópica. Em 1962, outra invenção traria a conexão com o mundo virtual, quando o cineasta e filósofo Morton Heilig introduziu o que chamou de Sensorama Simulator. Descrito por ele como um teatro de experiência, o Sensorama transformou o conceito de mundo virtual em algo que "poderia ser produzido por uma máquina real" (GREENGARD, 2019, p. 13, tradução nossa) e seria seguido, quatro anos mais tarde, de outra invenção importante, The Telesphere Mask, um dispositivo de cabeça que produzia imagens e som estereoscópicos e visão ampla (ver Figuras 328 e 329).

Figura 327: Corte longitudinal do panorama na rotunda em Leicester Square, Londres (Robert Mirchell, 1793)



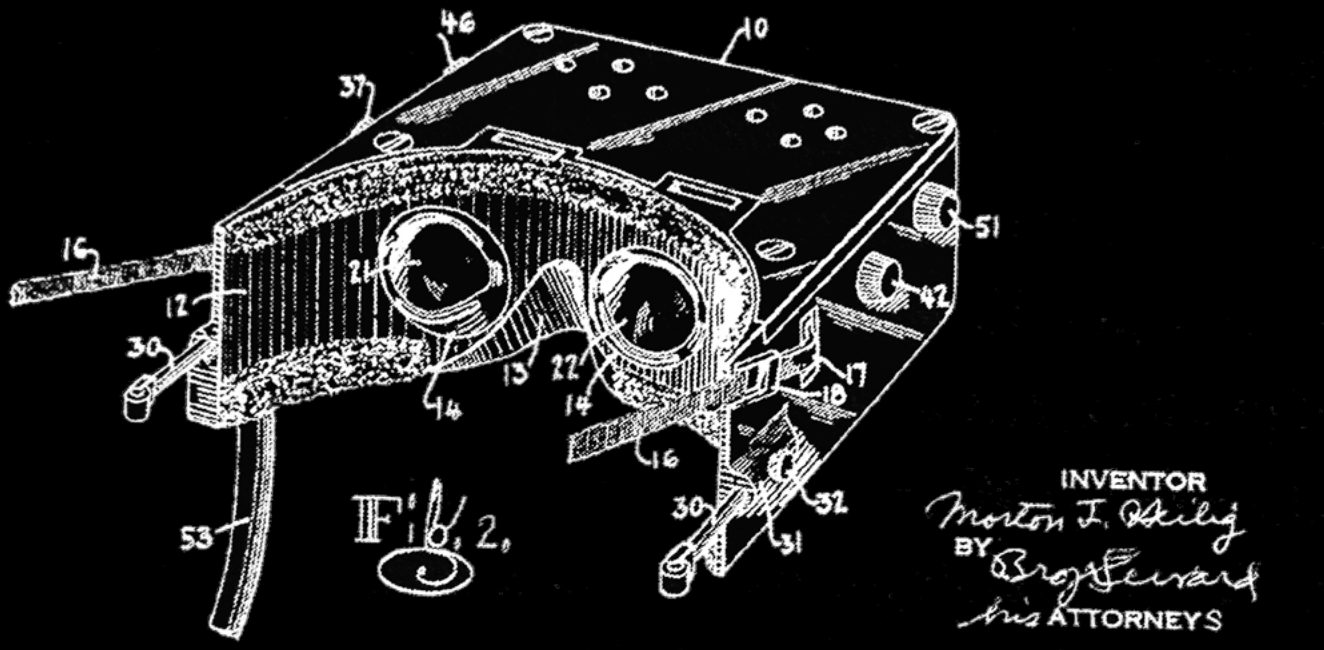
Disponível em: <https://vrborg.com/review/view-master-deluxe-vr>. Acesso em 11 nov. 2019.

Figura 328: Primeira tentativa de ambiente multissensorial em RV, Sensorama Motion Picture Projector (Morton Heilig,1957).



Fonte: (Greengard, 2019, p. 14.).

Figura 329: Dispositivo de cabeça The Telesphere Mask (Morton Heilig, 1960).



Fonte: (Greengard, 2019, p. 15.).

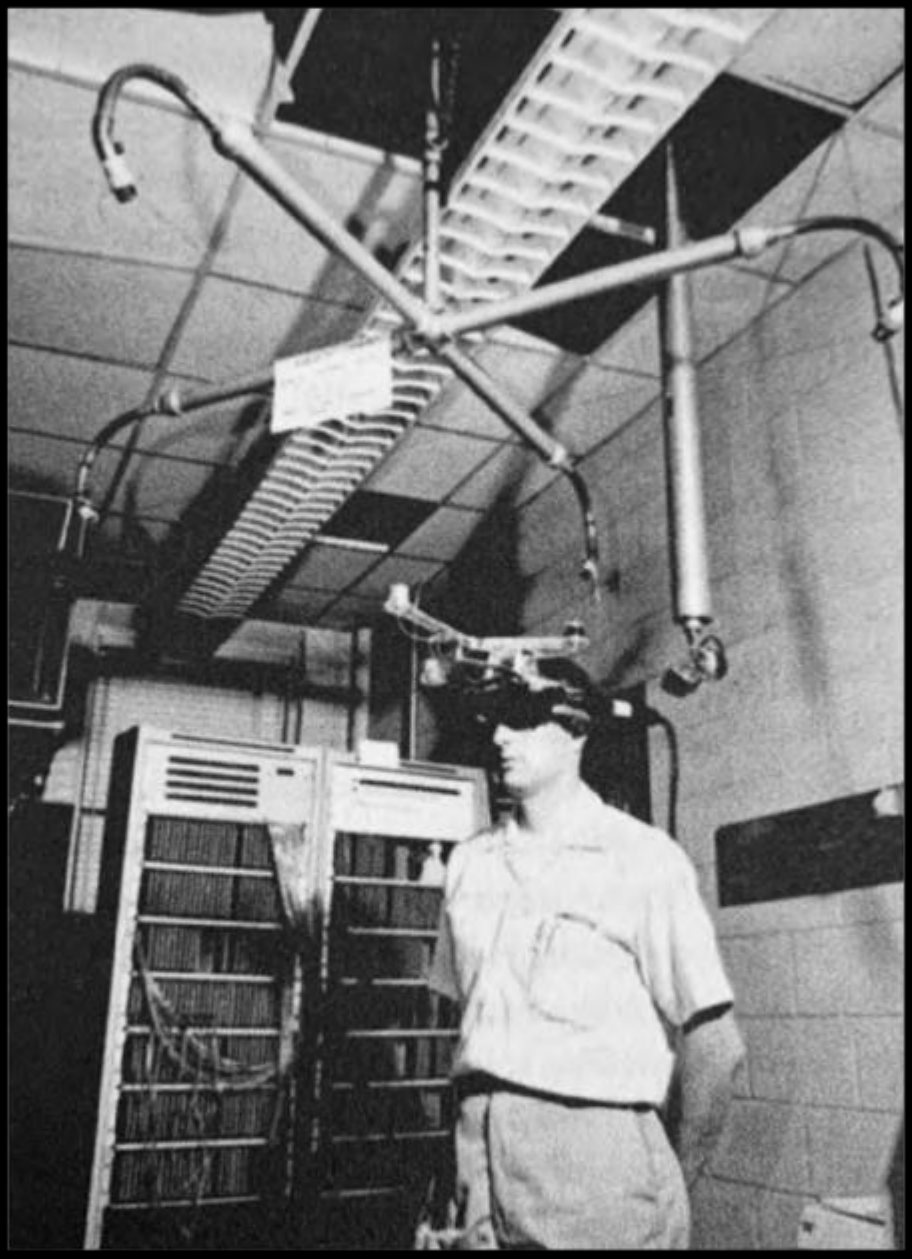
No Sensorama, a pessoa sentaria numa cadeira com a cabeça estendida para dentro de um aparato que produziria o ambiente virtual propriamente dito. Ao mesmo tempo em que projetaria imagens, o Sensorama geraria correntes de ar, diversos odores, sons, vários tipos de vibração, solavancos e outros movimentos, convertendo-se em uma espécie de teatro multimodal. Heilig chegou a criar cinco curtas metragens para o aparato, que pareciam com imagens 3D em movimento (BROCKWELL, 2016; GREENGARD, 2019).

Outro marco em dispositivos para XR foi o primeiro visor de cabeça produzido pela fabricante de TVs, Philco Corporation, em 1961. O sistema, chamado de Philco Headsight, dependia de movimentos para monitorar como uma pessoa se moveria ou reagiria, provocando o ajuste do visor. Depois disso, outras empresas começaram a explorar o uso desse tipo de dispositivo com câmera infravermelha, capaz de gerar visão noturna, cuja função principal era ajudar pilotos militares a pousar em condições desfavoráveis. No mesmo período, Ivan Edward Sutherland desenvolveu um *software* chamado de Sketchpad (ou Robot Draftsman) no MIT, considerada a primeira Interface Gráfica do Utilizador (GUI), que usava um monitor CRT (ou do tipo tubo de imagem), caneta e placa de comando, uma tecnologia que apareceria em computadores pessoais, levando ao que ficaria conhecido como Projeto com Auxílio do Computador (CAD). Depois dessas iniciativas, Sutherland, enquanto professor na Harvard University, continuou contribuindo para o campo, publicando, em 1965, o artigo *The Ultimate Display*, que se tornaria seminal na área da RV e da RA (GREENGARD, 2019; STERLING, 2009).

Três anos depois, Sutherland e seu aluno, Bob Sproull, provocaram uma grande virada no universo da XR, em 1968, ao inventar o dispositivo que chamou de Sword of Damocles. Um dispositivo de cabeça, conectado a outro aparato que pendia do teto, que transmitiria imagens geradas por computador a óculos esteroscópicos, formando um sistema que podia rastrear movimentos da cabeça e olhos do usuário, e aplicar *software* especializado para ajustar as imagens. Apesar de não fornecer um nível de integração alto entre diferentes componentes, serviu como teste para futuros óculos 3D e dispositivos de cabeça (HMD) (GREENGARD, 2019) (ver Figura 330).

Nas décadas seguintes, vários pesquisadores continuaram a explorar e avançar a tecnologia criada por Sutherland e Sproull. Citaremos aqui algumas dessas iniciativas com base no levantamento feito por Greengard (2019). Steve Mann, que viria a ser uma das figuras mais importantes do Wearable Computing Group no MIT Media Lab, em 1981, criou um computador portátil numa mochila, incluindo uma câmera fotográfica tipo HMD, que capturava imagens do ambiente físico enquanto o computador podia sobrepor imagens às cenas geradas pela câmera. As tecnologias de VR e AR progrediram muito na década seguinte, que se iniciou com o termo "realidade ampliada" sendo cunhado pelo pesquisador da Boeing, Tom Caudell, em 1990. Ao final da década, a RA apareceria da televisão, na aplicação dos marcadores virtuais, hoje, comuns em competições esportivas. Nos anos 2000, a AR começou a aparecer em automóveis.

Figura 330: Conceito avançado de dispositivo de cabeça, Sword of Damocles (Ivan Sutherland, 1968).



Fonte: (Greengard, 2019, p. 14.).

O termo "realidade virtual" começou a se tornar comum no mesmo período, impulsionado pela promoção, em 1987, desse conceito pela empresa de jogos digitais Atari, até que, em 1992, uma equipe de laboratório da University of Illinois, em Chicago, demonstrou o primeiro Cave Automatic Virtual Environment (CAVE), que produzia uma experiência virtual muito mais realista. Uma pessoa em um CAVE, usando óculos 3D, poderia ver objetos flutuando e se movendo no ambiente. A indústria de jogos, como era de se esperar, tem guiado muitos do avanços em computação e tecnologia digital, como a empresa Sega, que, em 1991, desenvolveu o Sega VR Headset, com duas pequenas telas LCD e fones de ouvido estéreo embutidos em um HDM. No mesmo ano também apareceu o primeiro multiplayer VR em rede, nomeado Virtuality, projetada para máquinas de jogos de arcada, introduzindo a ideia de interação em tempo real. Nos anos de 1990 como um todo, outras empresas além da Sega começaram a experimentar com RV, como a Atari e a Nintendo.

Ao final primeira década do século XXI, em 2010, com a criação do Oculus Rift (que usamos em nossos experimentos), a RV moderna de fato começou. Usando um HMD compacto, foram introduzidas imagens estereoscópicas mais orgânicas e realistas com diodo orgânico emissor de luz (OLED) e um campo de visão de 90 graus (usado também em nossos experimentos). Como na RV é essencial projetar sistemas leves e práticos que podem ser facilmente usados pelo corpo humano, o Oculus Rift mudou esse cenário ao lançar uma plataforma leve bastante viável.

5.4.4 Meios e métodos nos experimentos em RV e BCI

Como vimos na seção anterior, hoje em dia, há uma significativa disponibilidade de recursos para o consumidor comum na área da BCI, uma tecnologia que permite o envio e o recebimento de sinais entre o cérebro e um dispositivo externo, que funciona como um link de comunicação direta entre o dois. Dispositivos BCI coletam e interpretam sinais cerebrais e depois os transmitem a uma máquina conectada a este, que emite comandos associados aos sinais cerebrais recebidos. Essa tecnologia pode ser usada para pesquisar, mapear, assistir, aumentar ou reparar funções cognitivas ou sensoriais motoras humanas. Portanto, no universo da pesquisa em fatores humanos, o domínio específico tratado neste estudo é o cognitivo, relevante no processamento mental e organizacional em humanos e a aplicação da tecnologia de BCI dá-se enquanto ferramenta para investigar as funções do sistema nervoso central (SNC) em estudos não clínicos, enquadrando-se na categoria de dispositivos voltados ao setor de *neurofeedback*.

Quanto à RV imersiva, que permite isolar o usuário do mundo real durante uma experiência de navegação em um dado ambiente, quando utilizada em conjunto com um dispositivo BCI, pode ampliar o entendimento da resposta humana nesses espaços, o que é muito útil, sobretudo quando se trata de ambientes que, de outra forma, não poderiam ser experienciados, como três galerias progressivas da família senoide que serão simuladas nos experimentos aqui apresentados.

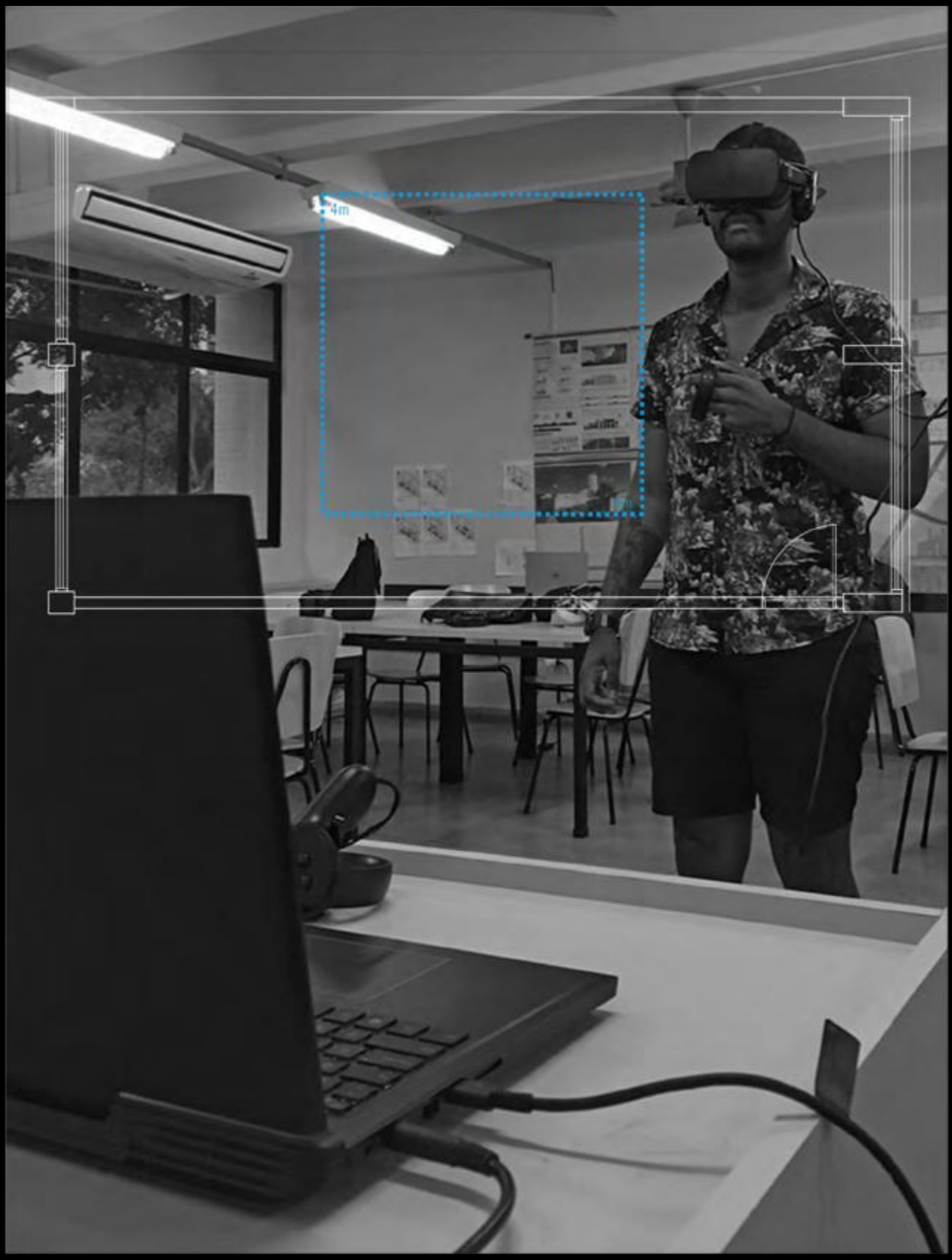
Os experimentos que desenvolvemos combinam as tecnologias RV e BCI. A primeira foi empregada para rastrear percursos de dez sujeitos nas galerias senoides médias, sem CEAs, com disposição de barreira limítrofe do tipo única, dupla simétrica e dupla assimétrica (GSUM, GSDSM e GSDAM), que descrevemos e analisamos nas seções anteriores deste capítulo. Quanto à segunda, foi utilizada para avaliar a resposta atencional dos sujeitos através da aferição da medida de atenção de foco (ou foco) durante os percursos.

Os sujeitos participantes conformaram dez voluntários no total, todos estudantes de arquitetura e urbanismo, com autonomia plena, entre 18 e 28 anos, dos sexos masculino e feminino (Anexo I – parecer consubstanciado do CEP), que usaram os seguintes equipamentos durante os experimentos: BCI tipo fone de ouvido sem fio para monitoramento eletrofisiológico da atividade elétrica do cérebro (Insight 5 Channel Mobile EEG) e, para a captura da experiência em RV, um conjunto de óculos e joystick do tipo Oculus Rift + Touch Virtual Reality System VR Bundle. Equipamentos complementares foram manuseados apenas pelo pesquisador, incluindo dois sensores de piso Oculus Sensor, um laptop (Notebook Dell G7 15; 8ª geração do Processador Intel® Core™ i7-8750H, com placa de vídeo NVIDIA® GeForce® GTX 1060com e tela LED Full HD IPS) e um telefone celular com aplicativo EmotivBCI, conectado via Bluetooth ao fone de ouvido. Os experimentos ocorreram em uma sala de aula climatizada, com iluminação artificial e natural adequadas, medindo aproximadamente 7m L x 10m P, com pé direito de 3m, na qual foi reservada uma área de 4m x 4m, livre de obstáculos, para a navegação. Nos ambientes virtuais, a altura da câmera foi programada para ser ajustável ao usuário a partir da cota de piso 0.00m e o ângulo de visão, assim como nas isovistas na análise sintática, foi de 90º (ver Figuras 331 a 334).

Em relação a *software*, para as aferições com BCI, foi utilizado o EMOTIVBCI, aplicativo proprietário da empresa Emotiv, que exibe resultados dos algoritmos de métricas de desempenho, dentre elas o foco. Para elaboração dos modelos tridimensionais iniciais foi usado Autodesk Revit (AUTODESK, 2017) e para a modelagem final e captura de navegação em RV em tempo real, o Unreal Engine 4 (EPIC GAMES, 2019), uma plataforma de criação 3D, com conteúdo de ponta, voltada a experiências interativas e mundos virtuais imersivos.

Antes de iniciar a navegação nas três galerias, cada voluntário foi submetido à familiarização com os dispositivos, recebendo as seguintes instruções: navegar livremente em cada galeria durante o tempo que julgasse necessário para visualizar todo o espaço. Entre uma galeria e outra foi incluso um ambiente de descanso, representado por um espaço ao ar livre. Ao alcançar esse espaço, após sair de uma galeria, foi deixado à escolha do participante, retirar os óculos 3D (e sair da ambiência virtual) e passar o tempo que achasse necessário (com ou sem óculos) antes de ingressar na segunda e, depois, na terceira galeria (ver Figuras 335 e 336).

Figura 331: Local onde experimentos foram realizados com voluntário usando dispositivos durante navegação em RV.



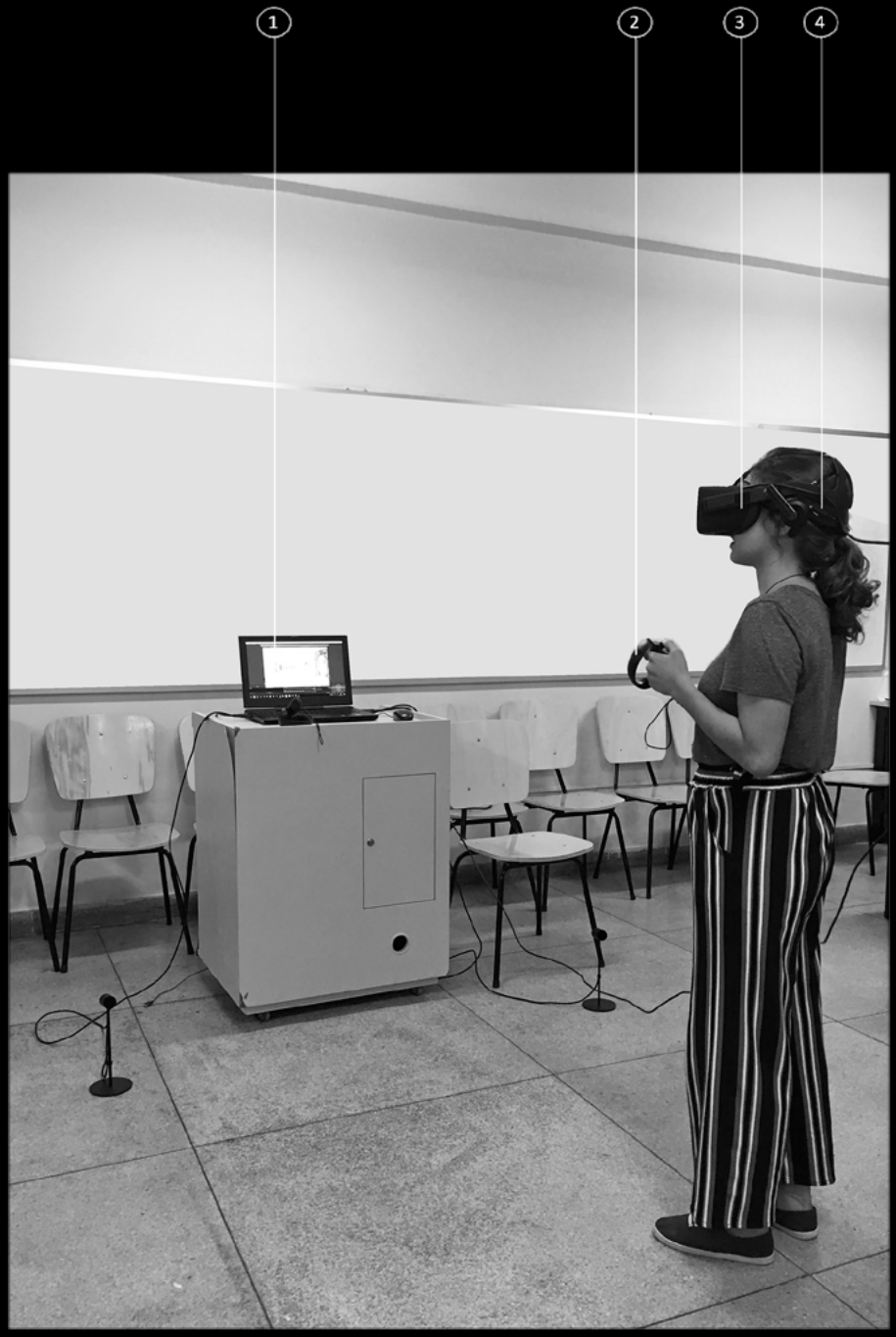
Fonte: foto e edição do autor (2019)

Figura 332: Dispositivos de cabeça (HDM) usados por voluntários nos experimentos.



Fonte: foto e edição do autor (2019)

Figura 333: Equipamentos usados pelo pesquisador durante experimentos.



1 Laptop - Notebook Dell G7 15

2 Joystick - Rift Reality System VR Bundle

3 Oculus 3D - Rift Reality System VR Bundle

4 Fone de ouvido sem fio - EMOTIV Insight 5 (Channel Mobile EEG)

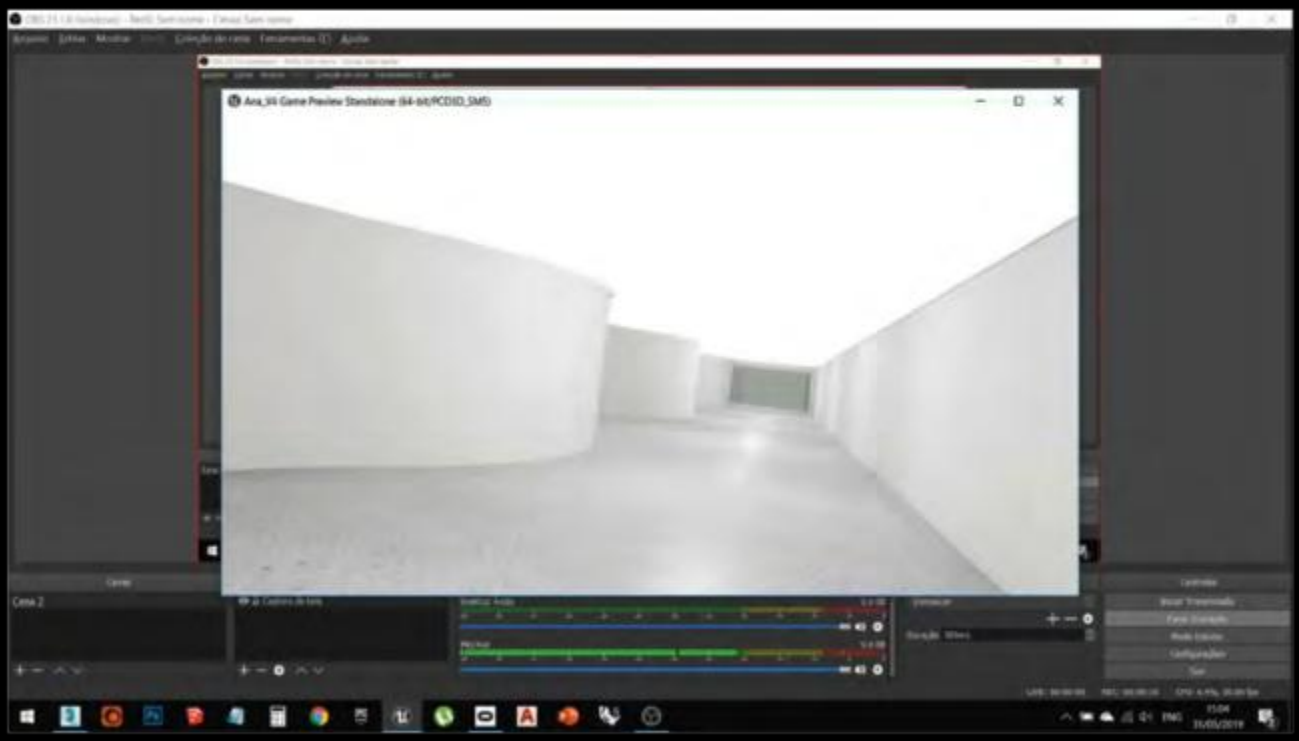
Fonte: foto e edição do autor (2019)

Figura 334: Dispositivos usados por voluntários e equipamentos manuseados pelo pesquisador durante experimentos.



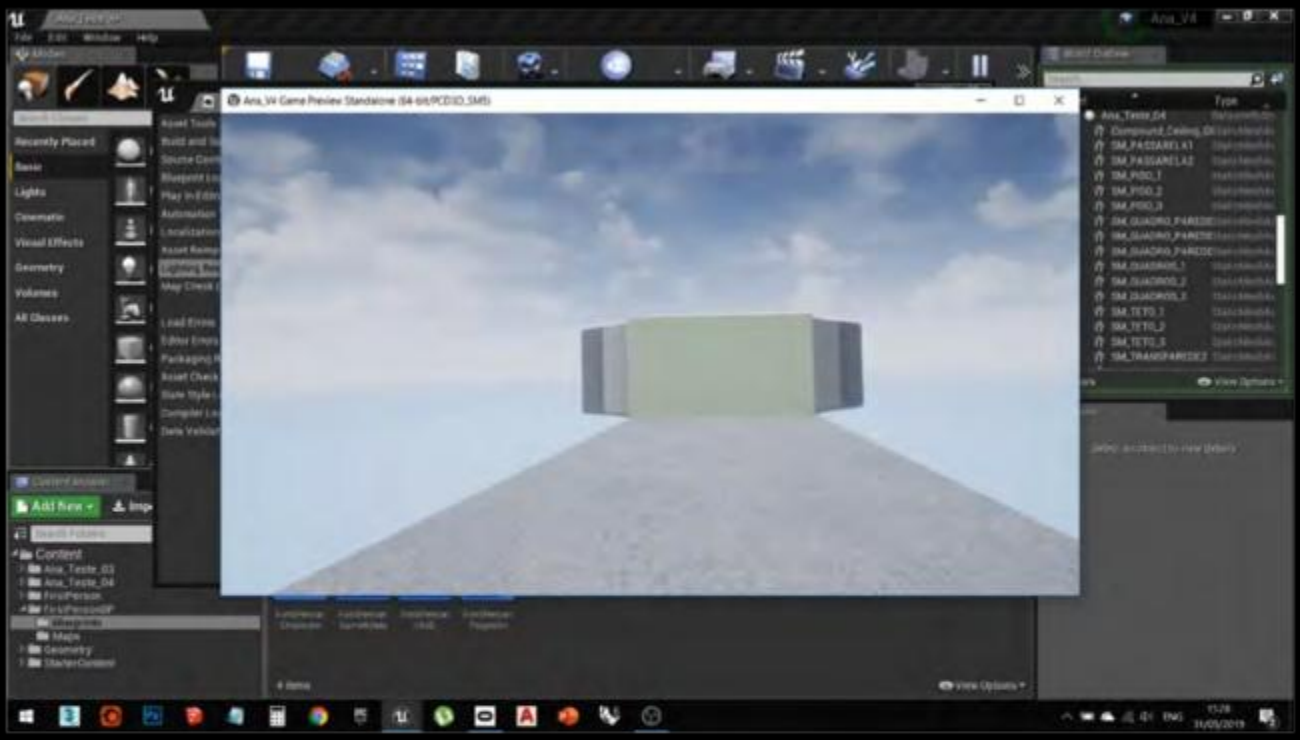
Fonte: Foto do autor (2019).

Figura 335: Captura de tela, no software Unreal Engine 4, da visão do voluntário no interior da galeria GSUM sem obras de arte.



Fonte: Foto do autor (2019).

Figura 336: Captura de tela, no software Unreal Engine 4, da visão do voluntário no espaço de intervalo entre galerias.



Fonte: Foto do autor (2019).

A materialidade das galerias foi definida por paredes e forro na cor branca e piso em tom acinzentado claro, com iluminação neutra, sem luminárias visíveis. Com o acesso por uma das extremidades da galeria, na extremidade oposta foi posicionada uma abertura para o exterior. Cinco voluntários navegaram em galerias sem obras de arte e os outros cinco, em galerias com obras. Todas as obras de arte inclusas são telas de autoria da artista plástica norte-americana, Sadie Benning, cujo trabalho enfoca os temas de masculinidade versus feminilidade e os desafios de ser jovem, com trabalhos exibidos internacionalmente desde 1990 em renomados museus, incluindo o Museu de Arte Moderna (MoMA), em Nova Iorque, e o Centre Pompidou, em Paris. Além de utilizar do mesmo meio, a pintura, a escolha desse conjunto deu-se pelo figurativismo na representação de personagens, que sugeriam uma assimilação mais fácil por parte do público, além de serem peças de dimensões generosas e com cores vivas (ver Figura 337 a 342).

As obras foram organizadas a partir de um eixo central, conforme o posicionamento de tons predominantes, seguindo modelos de composição concebidos por Hilla Rebay, a primeira diretora da Fundação Solomon R. Guggenheim, expressos em esboços coloridos (sem data), que funcionavam como uma ferramenta prática sobre seus métodos para instalação de obras de arte. Rebay era a favor de obras de diferentes proporções, desde que houvesse ênfase em um centro, que as cores fossem harmonizadas umas com as outras, que as pinturas fossem afixadas em baixas alturas (porque isso cansava menos a vista), alinhadas entre si pela porção inferior e, por fim, que não houvesse cautela com a seleção de obras, evitando o efeito pot pourri (VAIL, 2009b, p. 42). (ver Figura 343 a 347).

Antes de avançarmos com os resultados, faz-se necessário esclarecer um pouco mais sobre algumas das características do *software* utilizado para medir o foco de atenção, o EMOTIVBCI. Em primeiro lugar, semelhante ao que abordamos na seção 5.4.3, seu desenvolvedor, a Emotiv, tomou como definição de foco uma medida de atenção fixa para uma tarefa específica, que mede a profundidade da atenção, bem como a frequência que esta alterna entre as tarefas, de modo que um alto nível de troca de tarefas é uma indicação de falta de foco e distração (EMOTIV, 2015).

O EMOTIVBCI é um aplicativo (para Mac e Windows) que permite visualizar e treinar quatro tipos de fluxos de dados para BCI: comandos mentais, métricas de desempenho, expressões faciais e sensores de movimento. Nessa tese, utilizamos os fluxos de dados relativos às métricas de desempenho – mostradas na taxa de frequência de 0,1 Hz – porque permitem controle passivo e contínuo com base no estado cognitivo do sujeito em tempo real, podendo avaliar, além de foco (nosso objetivo), excitação, interesse, engajamento, estresse e relaxamento. Os algoritmos proprietários desenvolvidos para aferição dessas métricas (ou estados cognitivos) geram resultados em uma escala de valores de 0 a 100 (eixo "y"), representados em um gráfico que os relaciona ao tempo (eixo "x"/min. e seg.) no qual a resposta aconteceu (EMOTIV, 2015). A seguir, apresentaremos os resultados dessas aferições e do comportamento espacial dos voluntários conforme observados por meio dos experimentos (ver Figura 348).

Figura 337: Vista interna da galeria senoide única média (GSUM) sem obras de arte.



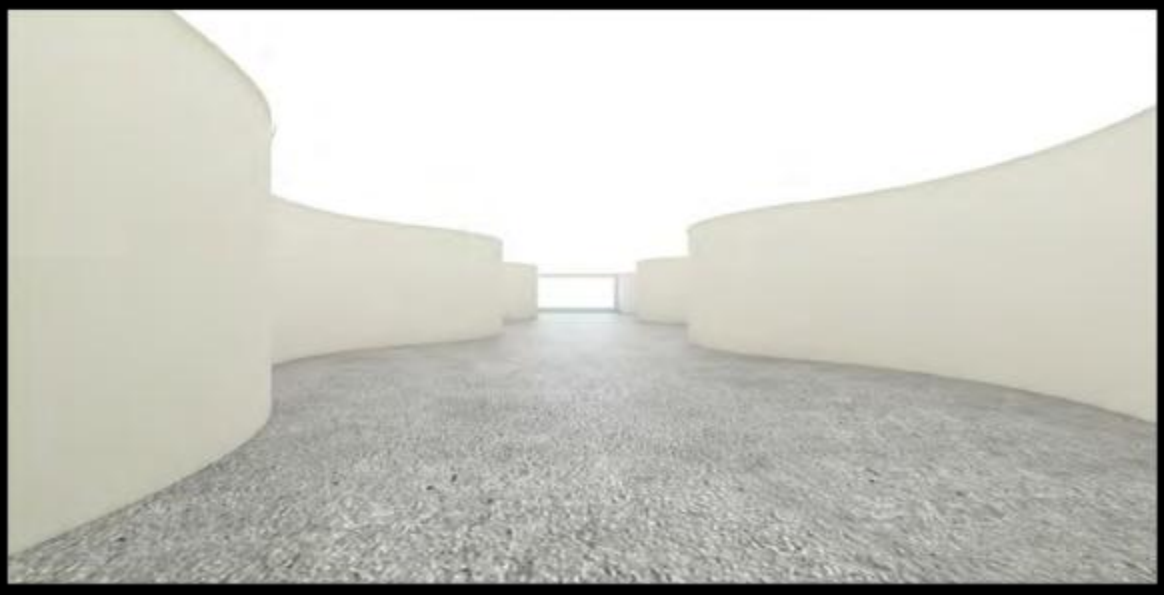
Fonte: o autor.

Figura 338: Vista interna da galeria senoide dupla simétrica média (GSDSM) sem obras de arte.



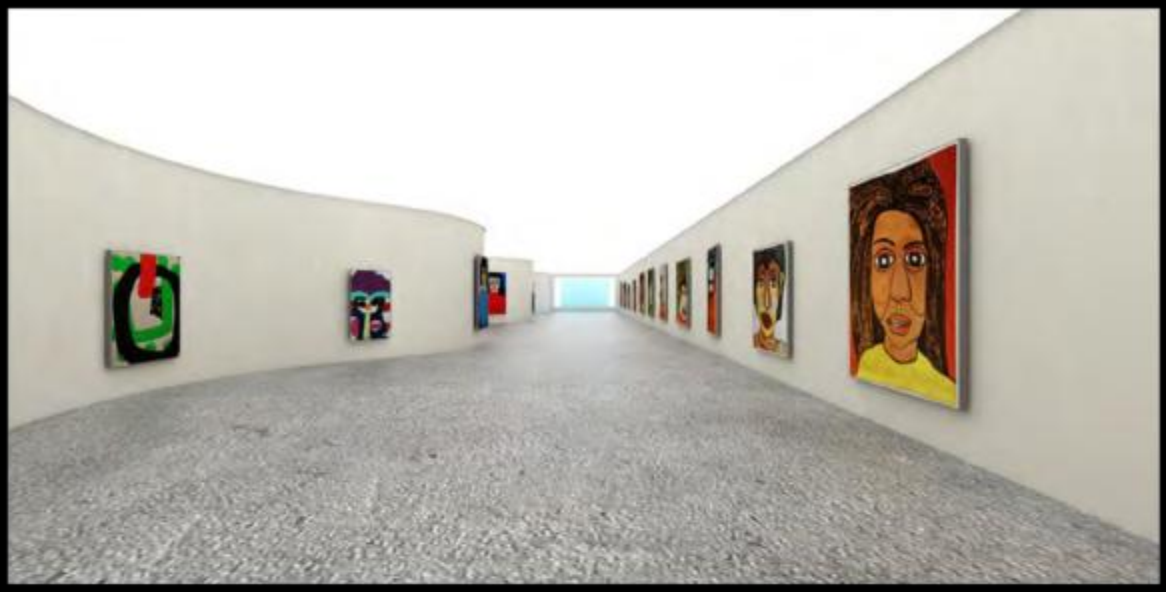
Fonte: o autor.

Figura 339: Vista interna da galeria senoide dupla assimétrica média (GSDAM) sem obras de arte.



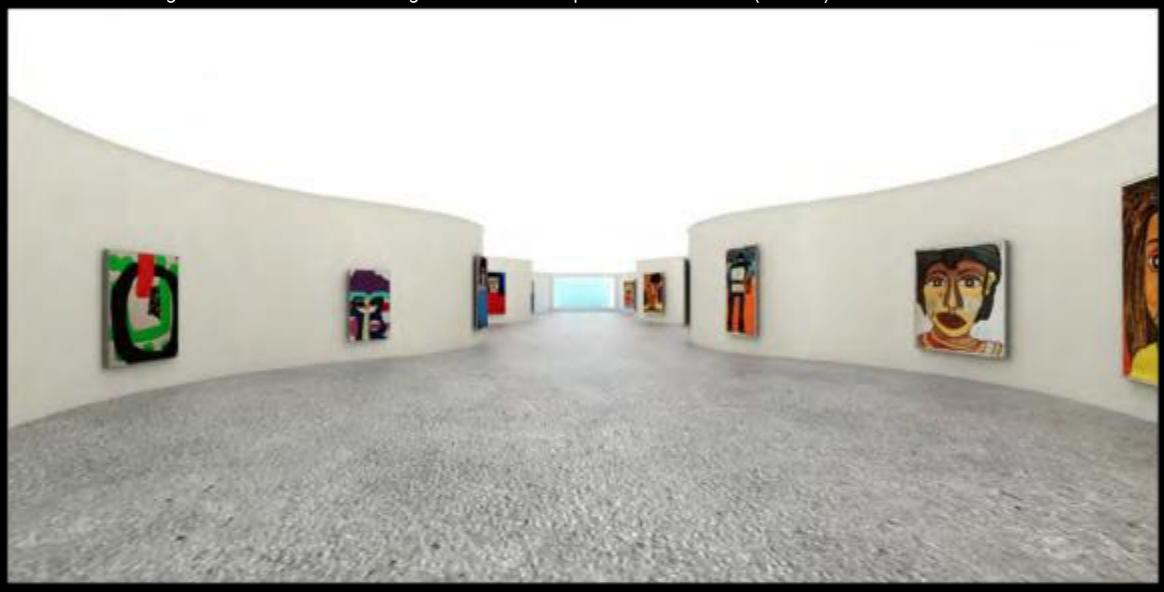
Fonte: o autor.

Figura 340: Vista interna da galeria senoide única média (GSUM) com obras de arte.



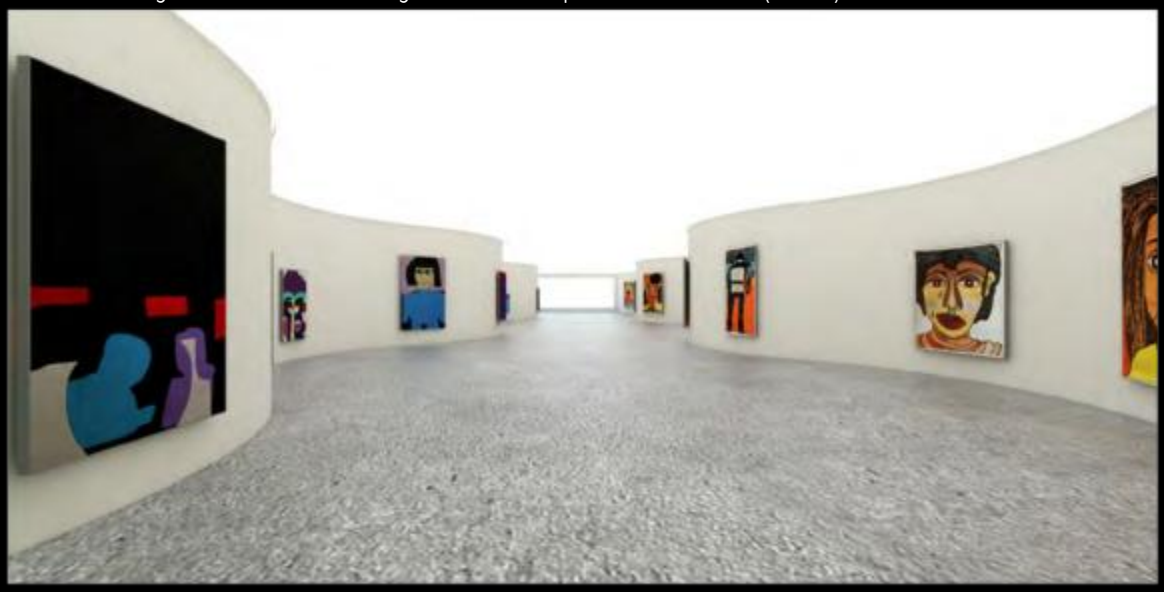
Fonte: o autor.

Figura 341: Vista interna da galeria senoide dupla simétrica média (GSDSM) com obras de arte.



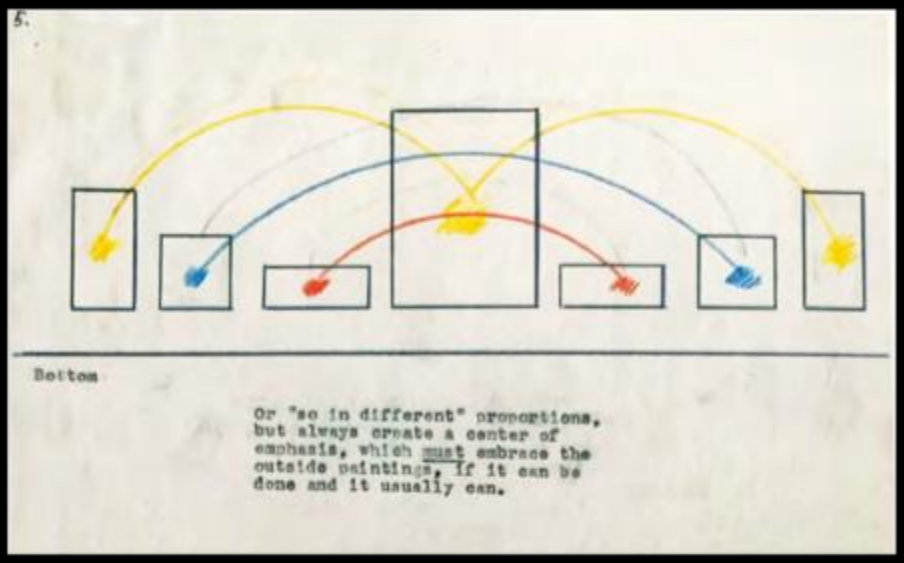
Fonte: o autor.

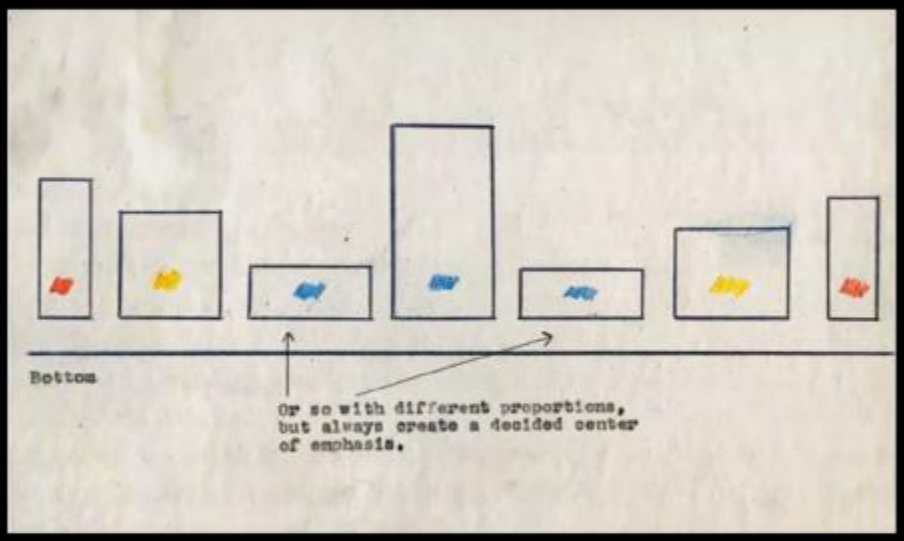
Figura 342: Vista interna da galeria senoide dupla assimétrica média (GSDAM) com obras de arte.

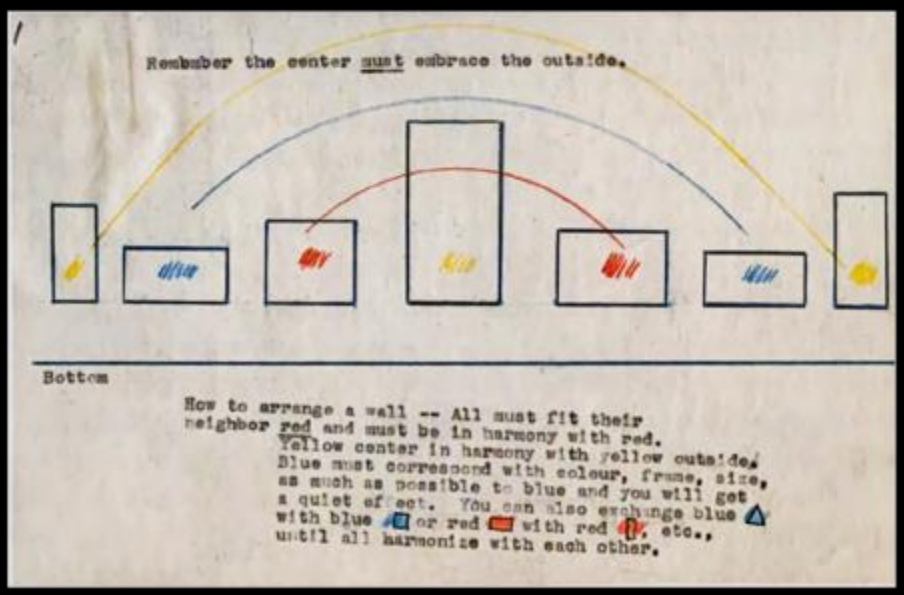


Fonte: o autor.

Figura 343: “How to hang a painting”, esboços de Hilla Rebay sobre organização de obras de arte (sem data).

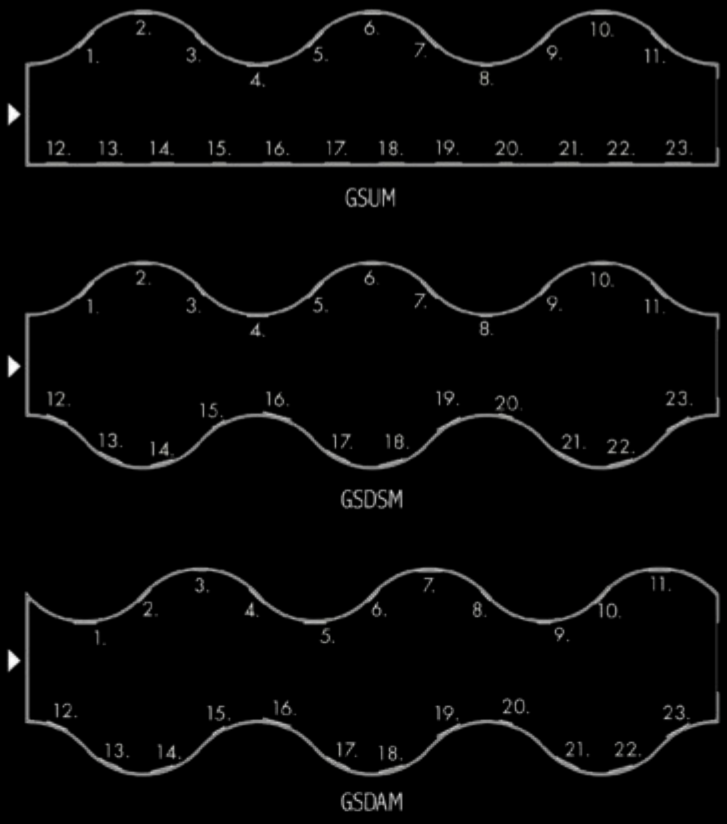






Fonte: (Vail, 2009b, p.51 (recorte nosso)).

Figura 344: Galerias ambientadas em RV com localização de obras de arte indicada.



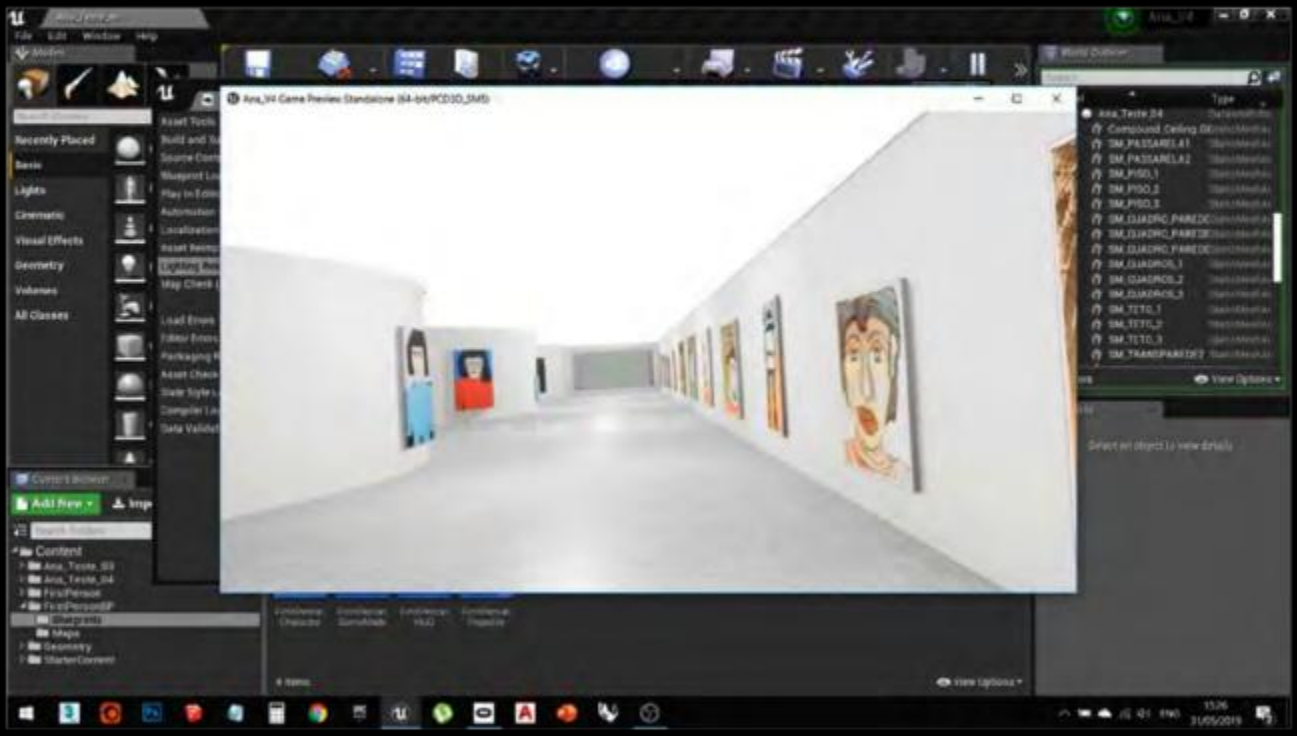
Fonte: o autor.

Figura 345: Disposição das obras da artista Sadie Benning nas galerias segundo esboços de H. Rebay em "How to hang a painting".



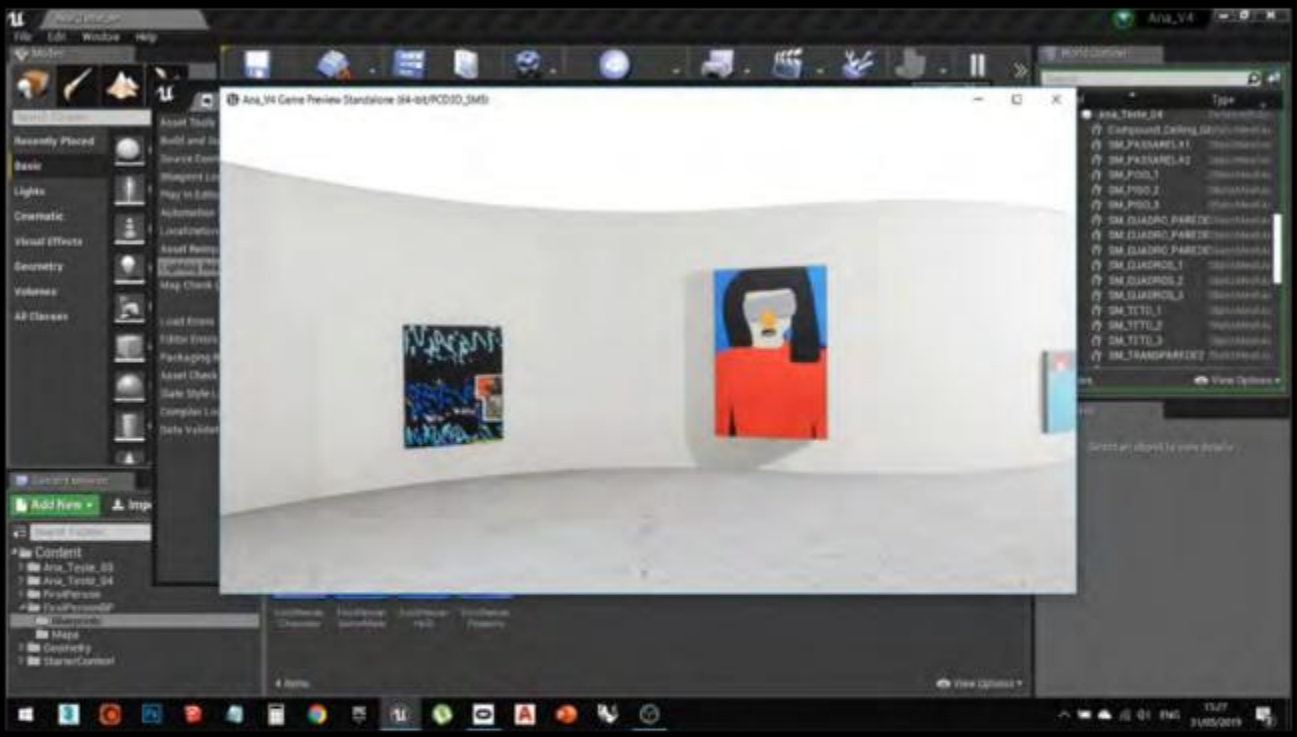
Fonte: o autor.

Figura 346: Captura de tela, no software Unreal Engine 4, da visão do voluntário no interior da galeria GSUM com obras de arte.



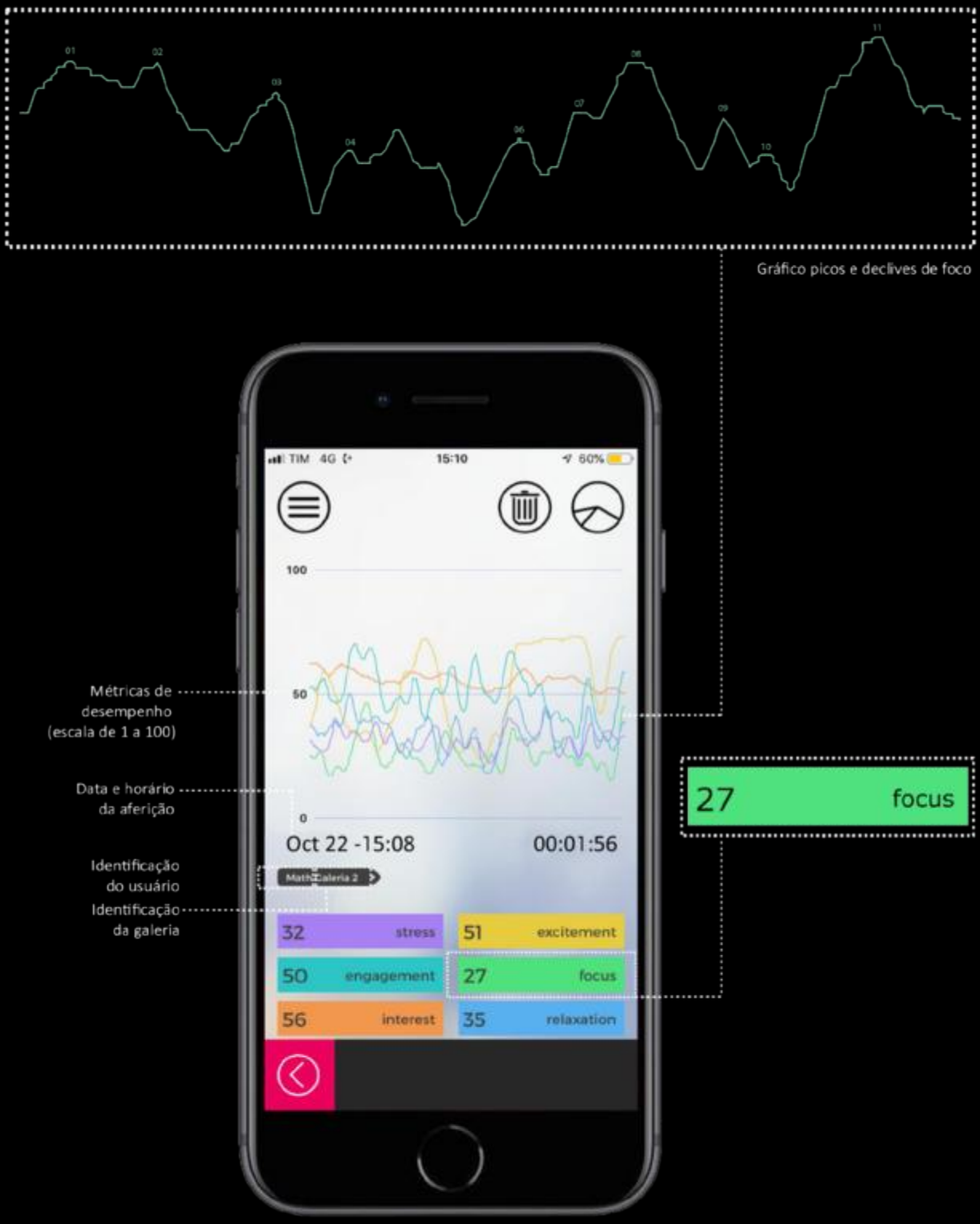
Fonte: o autor.

Figura 347: Captura de tela, no software Unreal Engine 4, da visão de um voluntário em direção a uma das cavidades senoides na galeria GSUM com obras de arte.



Fonte: o autor.

Figura 348: Montagem de captura de tela do aplicativo EMOTIVBCI aferindo métricas de desempenho em sujeito, com aparelho de telefone celular usado nos experimentos.



Fonte: o autor.

5.4.5 Resultados do experimentos com RV e BCI nas variações progressivas

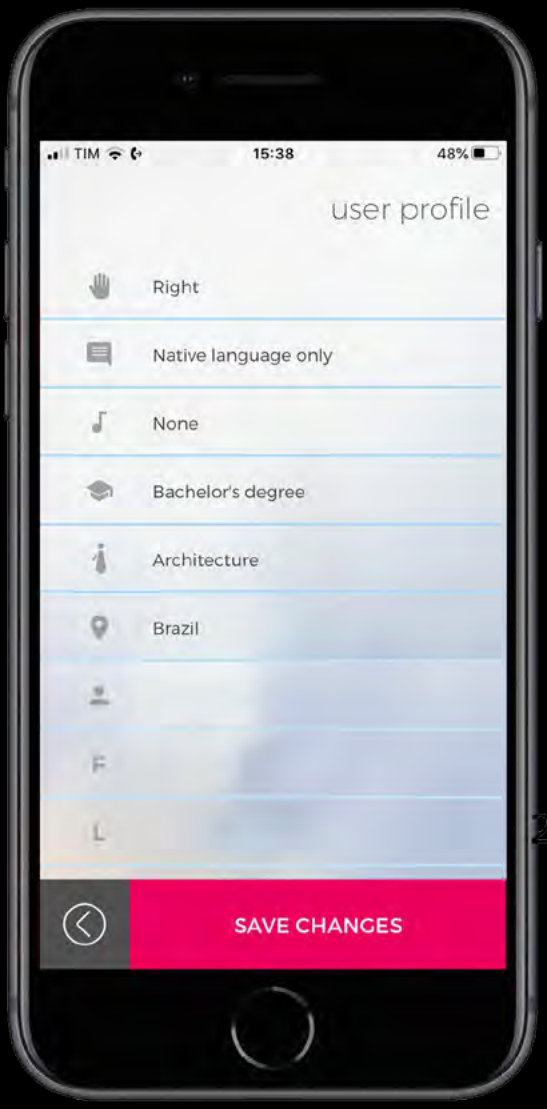
Usando os recursos da RV e da BCI conforme referidos na seção anterior, as aferições e análises que aqui apresentaremos sobre os experimentos com voluntários imersos em três das galerias progressivas hipotéticas que criamos (GSUM, GSDSM e GSDAM) permeiam três polos principais: percursos/comportamento espacial; métrica de desempenho de foco; e comparação destas com alguns dos resultados obtidos na análise sintática dessas galerias, discutidas na seção 5.3, no intuito de complementar a caracterização espacial da GP.

Para cada um desses polos, as etapas processuais foram semelhantes (uma vez considerando que aquelas relativas à análise sintática já haviam sido realizadas), começando pela extração dos dados das plataformas digitais utilizadas. O material mais primário foram as gravações das navegações virtuais dos dez sujeitos participantes, feitas em tempo real, usando o *software* Unreal Engine 4 (EPIC GAMES, 2019), extraídas em formato de vídeo (Mp4) para facilitar o manuseio. O outro conjunto de dados primários foi extraído do *software* EMOTIVBCI (EMOTIV, 2019), onde ficaram armazenadas as leituras feitas através do dispositivo de cabeça (Insight 5), conectado por *bluetooth* a um aparelho de celular (com aplicativo homônimo). O aplicativo exige que, antes do início de cada captura, seja feito um perfil do usuário, de modo que sejam registrados dados pessoais básicos e, uma vez feita a medição, são guardados os gráficos representativos das performances métricas aferidas (ver Figura 349).

Uma vez extraídos e posteriormente organizados os dados (segundo os grupos de visitação em galerias sem e com obras de arte), a segunda etapa foi a elaboração de mapeamentos de percursos e, a partir destes, dos picos de foco nos arranjos das galerias, que indicam os locais nos quais os visitantes obtiveram maiores valores de foco segundo o gráfico representativo dos dados das métricas de desempenho, dentre as quais isolamos a métrica do foco, nosso objeto de interesse. As demais subetapas, em suma, consistiram de recortes e sobreposições desses mapeamentos, visando estabelecer relações entre o comportamento espacial e respostas cerebrais (ver Figura 350).

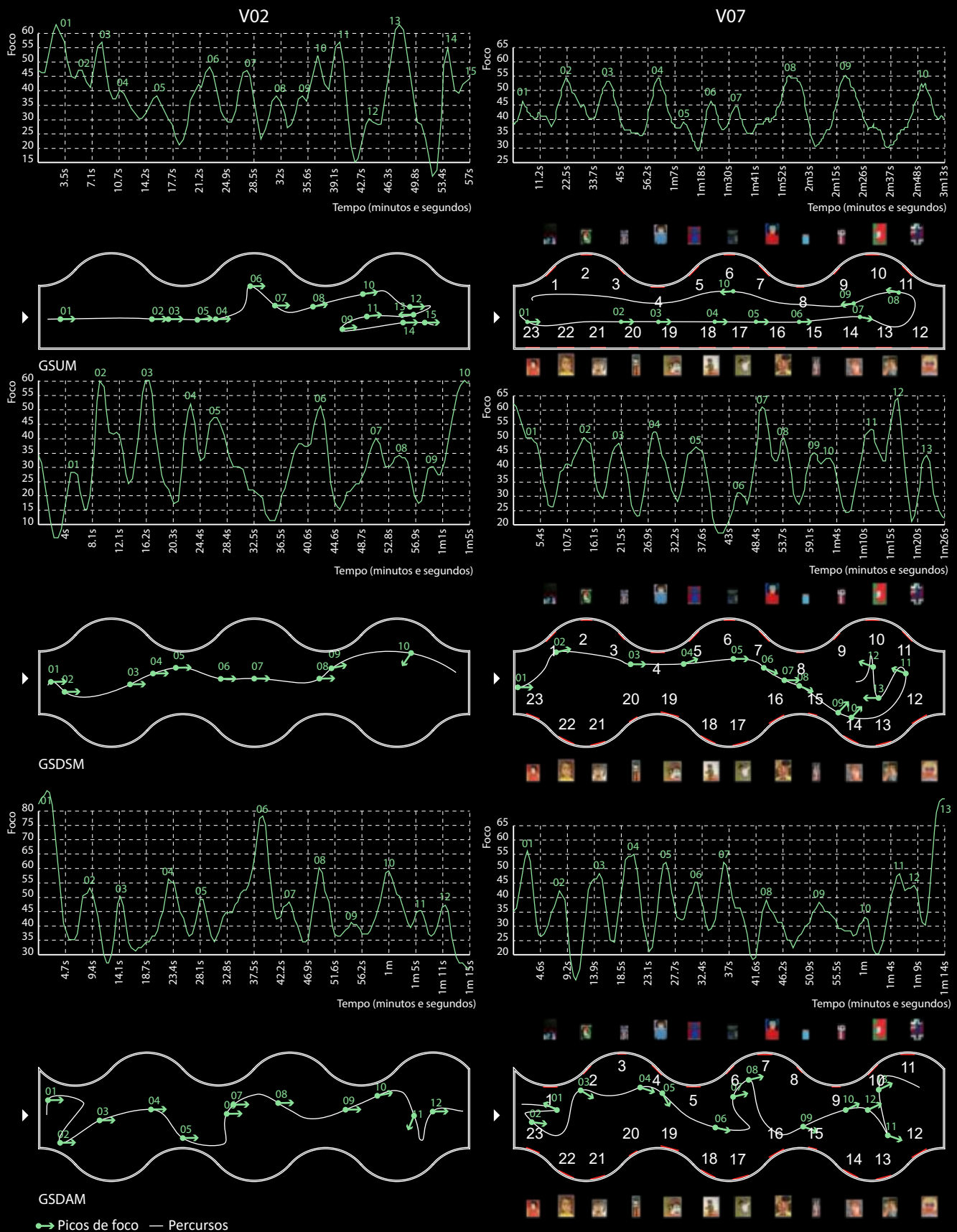
É válido observar que, como parte do processo de análise dos dados de foco em uma primeira fase de mapeamentos, foram considerados todos os picos que cada visitante alcançou, independente do seu valor (de 0 a 100). Em uma segunda triagem, os mapeamentos foram reduzidos aos valores entre 51 e 100, visando estabelecer locações nas quais a função cognitiva de foco teria sido ainda mais pronunciada. Em um terceiro momento foi introduzida a análise de variação de picos de foco, que denominamos de Índice de variações de pico de foco (IVPF), uma medida criada para expressar o aspecto de alternância entre picos, que parece útil, pois, ao mesmo tempo que o foco é uma medida de atenção fixa, que afere a profundidade dessa atenção e a frequência que alterna entre tarefas, um alto nível de troca de tarefas e oscilação de picos pode ser indicativo de falta de foco e distração.

Figura 349: Captura de tela exemplificando perfil criado para cada voluntário no aplicativo BCI utilizado.



Fonte: o autor.

Figura 350: Exemplos de organização de dados relativos a percursos e foco nas três galerias visitadas por um usuário, com gráfico e mapeamentos.



Fonte: o autor.

5.4.5.1 Percursos de visitantes

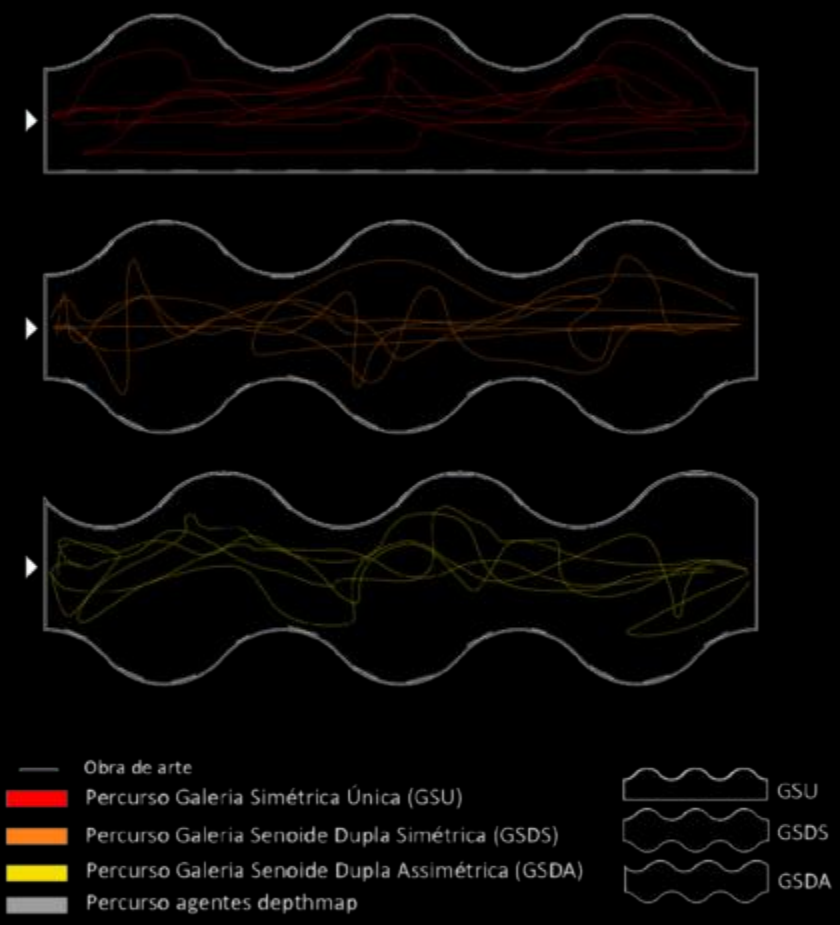
Todas as visitas foram feitas seguindo a mesma sequência de galerias: primeiro a GSU, depois a GSDS e, por último, a GSDA. Para facilitar a identificação por tipo de galeria, nas análises, cada elemento chave (percursos e locais de pico de foco) foi representado segundo uma codificação em cores: GSU – cor vermelha; GSDS – cor laranja e GSDA – cor amarela. Quando presentes, os percursos de agentes resultantes das simulações realizadas na análise sintática foram indicados na cor cinza. A representação dos leiautes das galerias foi feita de modo sintético, incluindo apenas os contornos dos mesmos, com uma seta indicando o ponto de acesso aos espaços (sempre na extremidade esquerda). Nos leiautes com obras de arte, estas foram representadas por retângulos anexados às barreiras longilíneas – reta ou deformada como senoide – das galerias (ver Figura 351).

Juntamente ao mapeamento e à análise de rotas nas galerias como um todo, foram registrados os tempos de percurso dos visitantes, assim como fizemos no capítulo 4 para o MG, o que possibilitou verificar a relação entre sequência visitada e tipo de galeria com o tempo de visitação, e se pessoas que dispenderam mais tempo na visitação tiveram seus percursos concentrados mais nos limites da galeria principal ou igualmente distribuídos em cavidades. Em complementação, foram feitas contagens de percursos nas cavidades senoidais, visando traçar comparações com os resultados do mesmo procedimento feito na etapa analítica (ver Figuras 360 e 361).

Em relação ao tempo de visitação, a média geral foi de 93s (ou 1m33s), que, como nos referimos na subseção 5.3.4, determinou o parâmetro de *timesteps* (total de 186) adotado para as análises de agentes nas variações de GPs. Em geral, o visitante que dispendeu mais tempo em uma galeria, também o fez nas demais. Tanto individualmente como coletivamente, as pessoas dispenderam um pouco mais de tempo na primeira galeria e períodos muito semelhantes nas outras duas. Incluindo os dez sujeitos, as visitações que mais se prolongaram aconteceram nas galerias com obras de arte, com a mais longa ocorrendo na GSU (7min), a mais curta na GSDA sem obras (28s). Todas as visitações mais curtas (até 50seg) ocorreram nas galerias sem obra (Tabela 28).

As médias gerais de tempo dispendido efetuaram-se em galerias com e sem obras de arte da seguinte forma: GSU (2m20s); GSDM (1m44s); e GSDA (1m38s). Separando esse montante de acordo com a presença ou não de obras, tem-se, respectivamente para galerias com e sem obras, as seguintes médias: GSU (3m32s), GSDM (2m29s) e GSDA (2m22s); GSU (1m8s), GSDM (59s) e GSDA (54s). Portanto, há uma diferença significativa entre os tempos dispendidos nas galerias com e sem obras, o que pode ser justificado pelo motivo mais óbvio de uma maior quantidade de elementos a serem explorados nestas. É interessante notar que, nos leiautes com e sem obras, mais tempo foi despendido na GSU, o que provavelmente pode ser explicado pelo efeito interesse inicial (ou surpresa), que é reduzido à medida que a atividade de explorar uma galeria se repete, ainda que diferente da anterior.

Figura 351: Representação gráfica da análise de percursos e galerias navegadas virtualmente.



Fonte: o autor.

Tabela 28 - Tempo de visitação em galerias virtuais

Galerias		Voluntários	Tempo de visitação de voluntários (segundos)
GSUM	Sem obras de arte	V01	145
		V02	57
		V03	68
		V04	41
		V05	32
	Com obras de arte	V06	133
		V07	193
		V08	164
		V09	420
		V10	150
GSDSM	Sem obras de arte	V01	116
		V02	65
		V03	36
		V04	46
		V05	32
	Com obras de arte	V06	90
		V07	86
		V08	170
		V09	216
		V10	184
GSDAM	Sem obras de arte	V01	70
		V02	75
		V03	47
		V04	49
		V05	28
	Com obras de arte	V06	69
		V07	74
		V08	131
		V09	193
		V10	244

Fonte: o autor.

Em seu pioneiro estudo *Problems of installation in museums of art* (1935), Arthur W. Melton já apontava a fadiga como um dos aspectos influenciadores do interesse do visitante em exposições em museus, definindo-a como "uma condição que se acredita acontecer tardiamente na visita ao museu e é caracterizada por uma baixa responsividade a exposições" (MELTON, 1935, p. 262, tradução nossa), que deveria ser levada em consideração, mesmo que, muitas vezes, o tipo de expositor e, sobretudo a configuração do espaço, também afetassem o interesse do visitante. Com base nos resultados relativos ao tempo despendido nas GPs virtuais, parece que o aspecto fadiga, se entendido como diminuição de interesse, pode ter levado a visitações mais breves a partir do segundo espaço visitado, condição que esperamos ser melhor informada uma vez que analisemos a ocorrência dos picos de foco nessas galerias.

Sobre a relação entre padrões de percursos e tempo despendido, percebemos que, independente deste último e se as galerias expunham ou não obras, as rotas concentraram-se mais na galeria principal do que em cavidades, o que coincidiu com o comportamento dos agentes, como vimos na seção 5.3, ratificando a influência do caráter determinista do espaço progressivo puro nos padrões gerais de percursos (ver Figuras 352 e 353).

Algumas observações sobre o comportamento dos agentes e o dos visitantes nas galerias sem obra talvez sejam importantes. Primeiro, um maior percentual de agentes entrou nas cavidades do que o de visitantes: GSU – 7 agentes (70%) e 3 pessoas (60%); GSDS – 10 agentes (100%) e 5 pessoas (100%); e GSDA – 10 agentes (100%) e 3 pessoas (60%). Como o tempo de visita (186 *timesteps* ou 93 segundos) e o número de passos dados por agentes para que mudassem de direção de percurso (12 passos) foram baseados naqueles dos visitantes, da mesma forma como os agentes navegaram individualmente (para evitar que demais agentes constituíssem obstáculos), não conseguimos, até o momento, precisar o porquê dessa diferença. É possível que o fato do número total de *timesteps* refletir a média geral de tempo despendido pelos visitantes tenha afetado nesse comportamento e talvez uma maior amostragem fosse necessária para um esclarecimento mais sólido. Também foi possível observar que os percursos dos agentes comportaram-se de modo mais espraiado do que os das pessoas, que muitas vezes parecem ter sido definidos pela geometria das paredes convertidas em senoides, mas, no geral, independente da forma da galeria e do tempo de visitação, mais agentes e pessoas navegaram pela porção central do espaço (ver Figura 354 e 355).

Quando observamos a recorrência com a qual visitantes entraram em cavidades nas galerias sem e com obras, nota-se que, mesmo que no conjunto como um todo tenha sido mais evidente uma maior recorrência de percursos na galeria principal, nos casos sem obras, os visitantes acessaram as cavidades com mais frequência do que aqueles que visitaram as galerias com obras, o que é peculiar, uma vez que se poderia pensar que essas peças funcionariam como atrativos, fazendo com que os usuários se aproximassem mais dessas regiões (ver Figura 356 e 357).

Tröndle (2014) detalhou o comportamento espacial de 50 dentre os 576 visitantes observados (com meios digitais de rastreamento) em um museu suíço, para avaliar a influência dos leiautes arquitetônicos e curatoriais na atenção

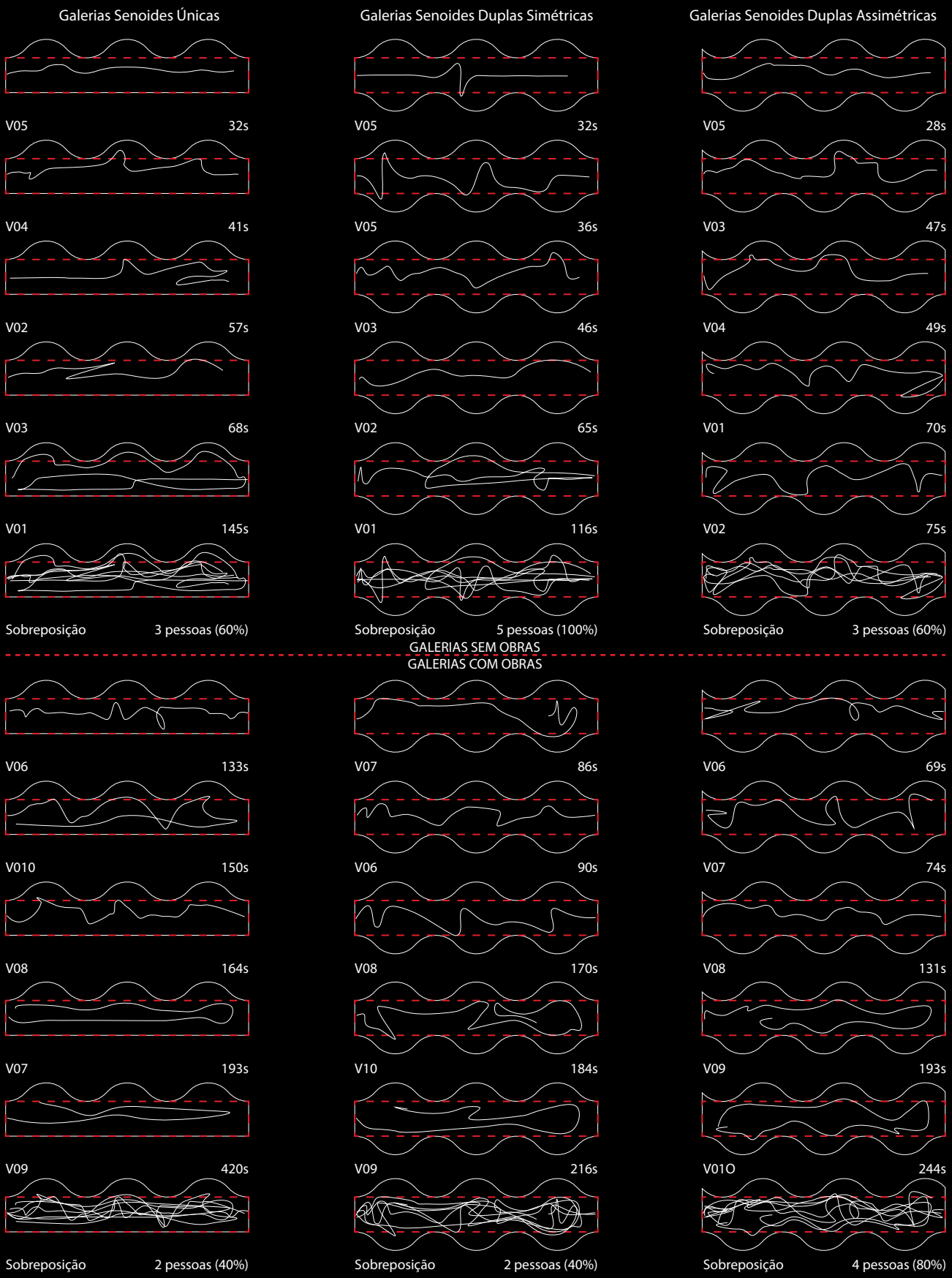
de visitantes, e uma das conclusões a qual chegou foi sobre a importância de um ponto de orientação (como um título expográfico de grandes dimensões em uma parede) nos padrões de movimentos. Ele estabeleceu que, se o ponto não estiver acessível a uma curta distância ou se houver vários, isso pode levar a um comportamento caótico ou à indecisão sobre para onde se mover, o que, em última escala, pode fazer com que os visitantes nem sejam atraídos pelas obras de arte, nem se concentrem nelas, gerando padrões de caminhos bastante dispersos. principal ter sido identificada nos espaços sem obras de arte, possa explicar-se pela falta de um ponto de referência nessas galerias, fazendo com que as paredes senoidais conduzissem o percurso, como, por exemplo, em uma situação com campos visuais muito mais restritivos, como em um labirinto, no qual o corpo é induzido a se movimentar guiado pelo olhar, seguindo o zigue-zague imposto pelas barreiras delimitantes.

Assim, conforme as sobreposições feitas (ver Figuras 356 e 357), pode-se dizer que os percursos nas galerias sem obras resultaram em um padrão um pouco mais disperso do que aquele (com um aninhamento mais denso) nas galerias com obras de arte, o que é mais fácil visualizar quando isolamos apenas alguns desses percursos, como fizemos para aqueles que ocorreram nas três visitações mais prolongadas às galerias sem e com obra (ver Figura 358).

Quanto à contagem de percursos de visitantes nas cavidades, como vimos na subseção 5.3.4, na qual analisamos 20 agentes, a maioria ocorreu nas galerias senoides. Com dez agentes (ver tabelas 26 e 27 na página 411), o que seria mais próximo ao número de voluntários nesses experimentos, nas galerias duplas com mais cavidades, foram detectados mais percursos na GSDA (28), seguida da GSDS (18) e da GSU (10), com as cavidades C01 e C03 (primeira e última a partir do acesso, na porção superior do leiaute) sendo as mais visitadas. Analisando cinco agentes e pessoas (em galerias sem e com obras) nesses nichos, a maior incidência de percursos continuou nas mesmas cavidades (C01 e C03, com respectivamente 17 e 18 percursos nos leiautes sem e com obra). Quanto aos visitantes que navegaram em galerias sem obras, foram detectados mais percursos nas cavidades C02 e C05, ambas com seis percursos cada e, quanto a galerias com obras, a C05 foi a mais visitada (6 percursos), seguidas da C01 e C03 (3 percursos cada). Refletindo o que dissemos há pouco, houve mais percursos nas cavidades de galerias sem obra do que nas com obras de arte, com 29 percursos nas primeiras e apenas 17 nas outras (ver Figura 360 e 361 e Tabelas 29 a 31).

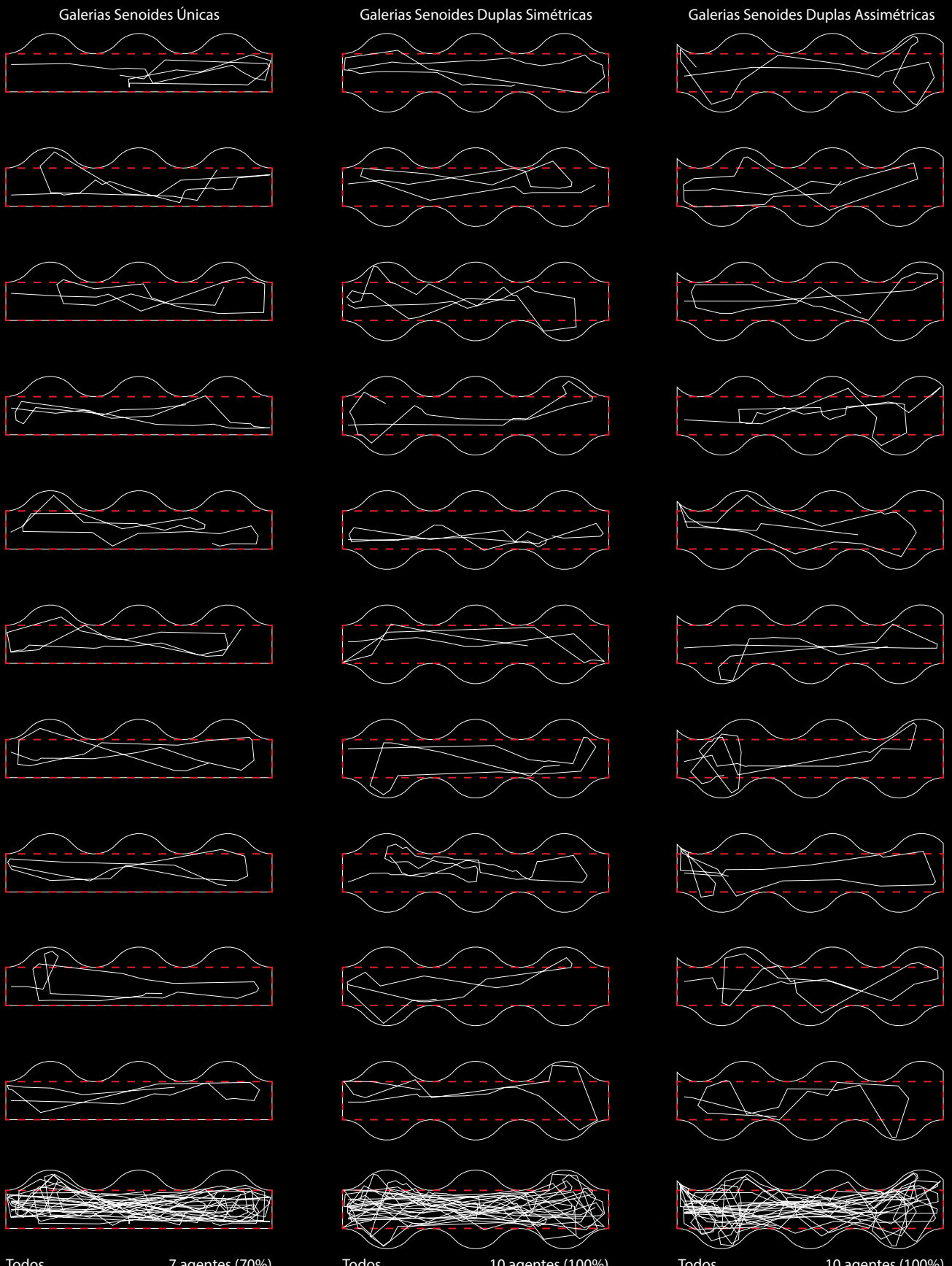
Se tomarmos a condição de movimento fora da galeria principal como um indicativo de uma visita mais exploratória, com base nessas análises, poderíamos dizer que os leiautes sem obras ampliaram esse aspecto, contudo, como também comentamos, a falta de um ponto de orientação em espaços assim pode levar à dispersão ou falta de foco. Em se tratando de espaços expositivos, provavelmente deveríamos considerar obras de arte como presentes e, quando foi esse o caso nas navegações, o controle da galeria principal sobre os percursos de visitantes foi ainda maior, enfatizando sua progressividade. Vejamos a seguir como a métrica do foco se comportou nessas mesmas condições.

Figura 352: Representação gráfica da análise de percursos e galerias navegadas virtualmente.



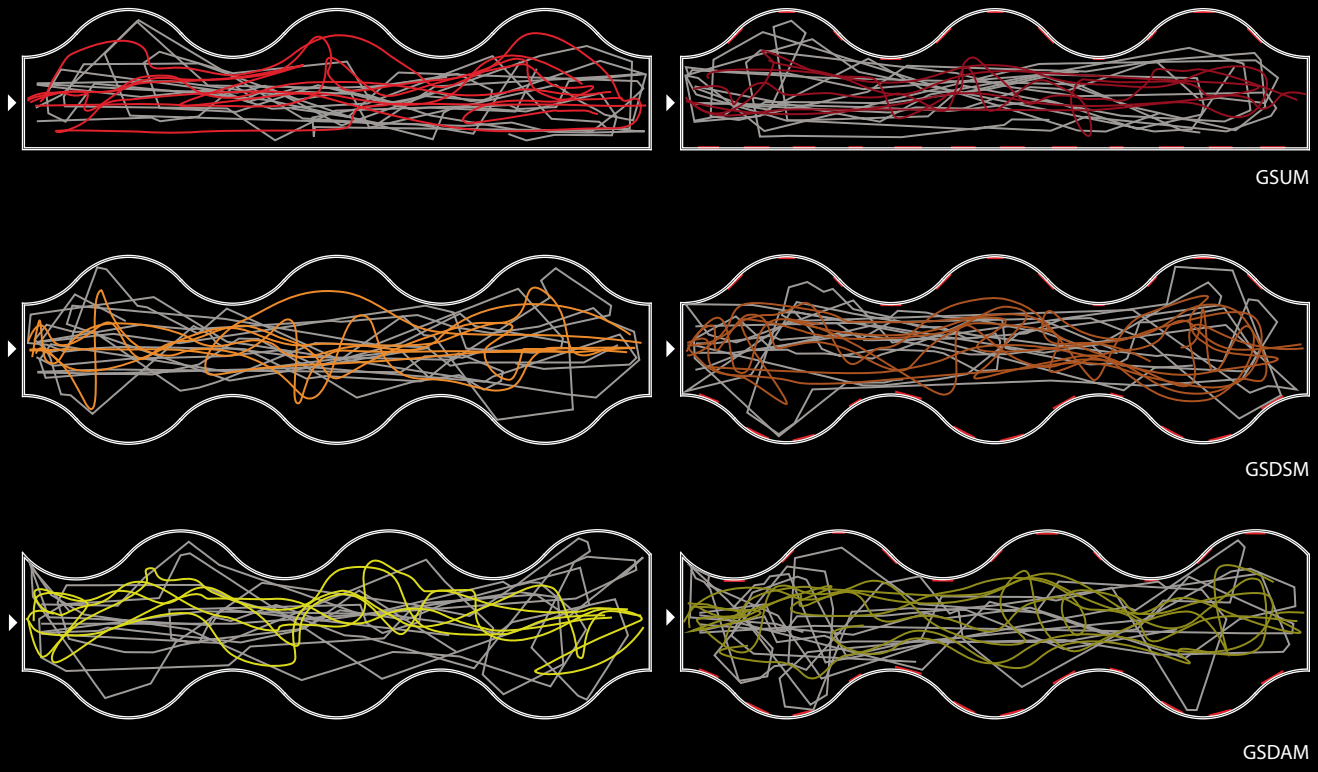
Fonte: o autor.

Figura 353: Representação gráfica da análise de percursos dos agentes autômatos e galerias navegadas virtualmente.



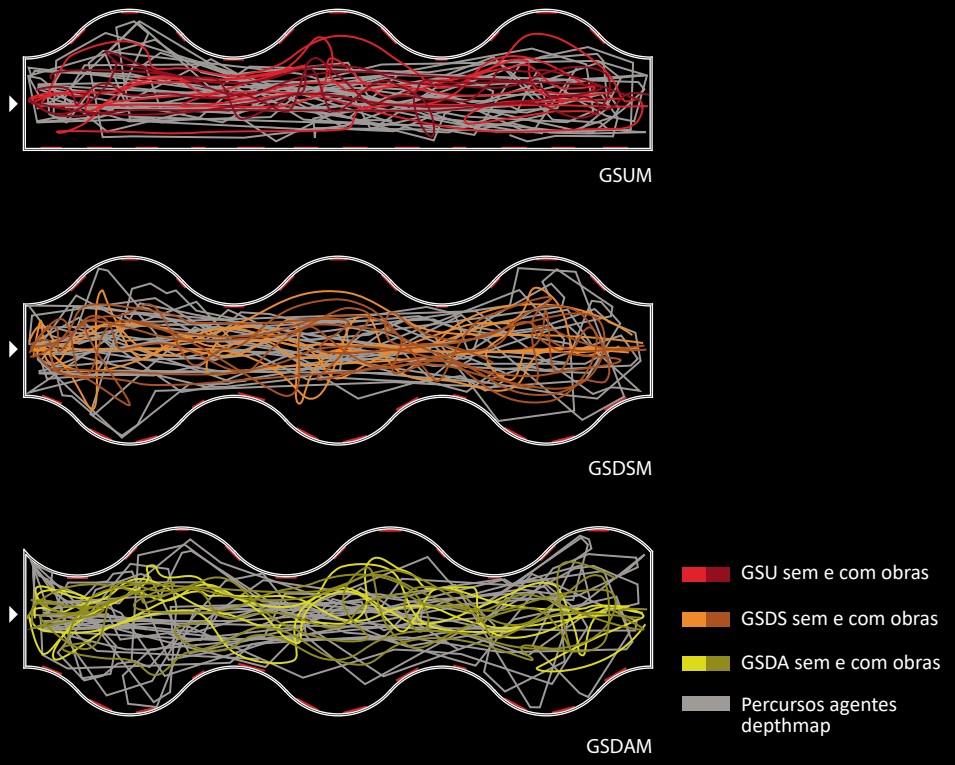
Fonte: o autor.

Figura 354: Mapeamento de percursos nas galerias sem obras de arte (erq.) e com obras de arte (dir.) com cavidades destacadas.



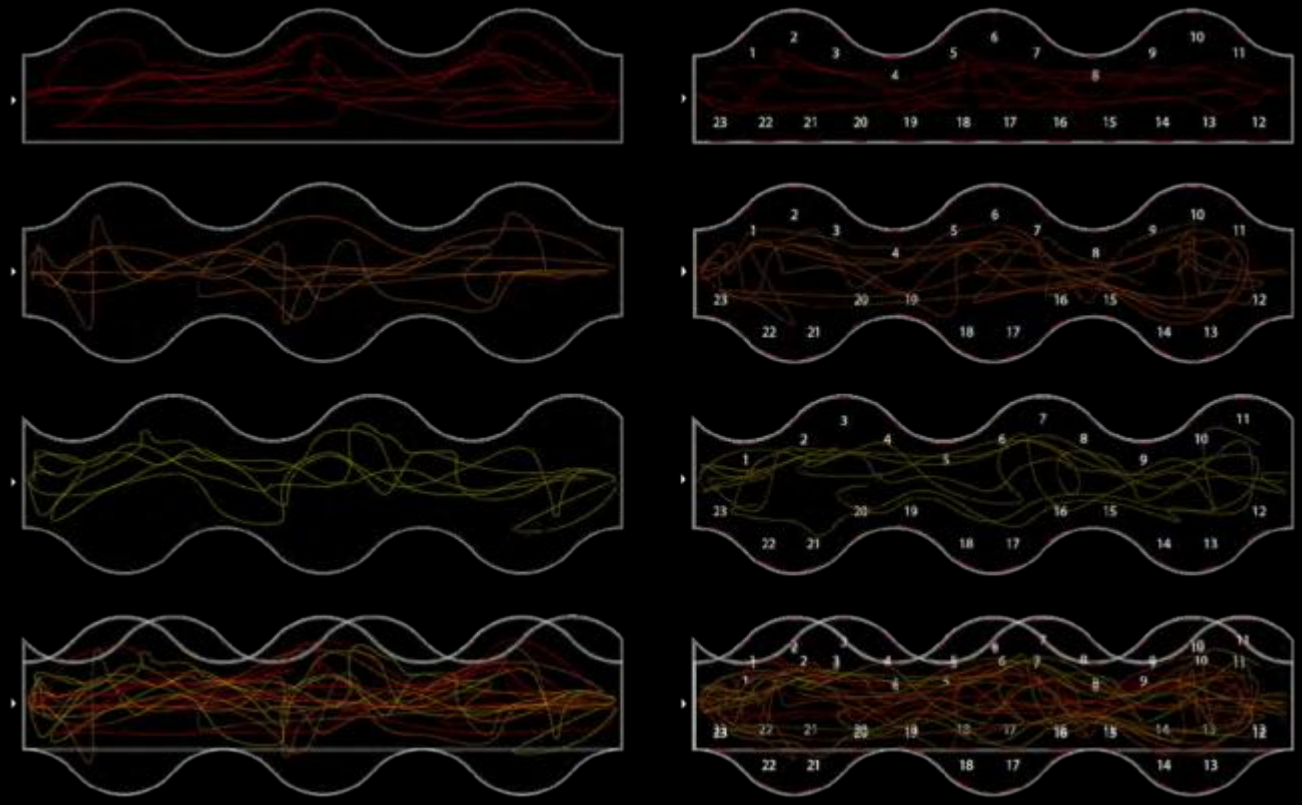
Fonte: o autor.

Figura 355: Sobreposição dos mapeamentos de percursos nas galerias sem e com obras de arte com cavidades destacadas.



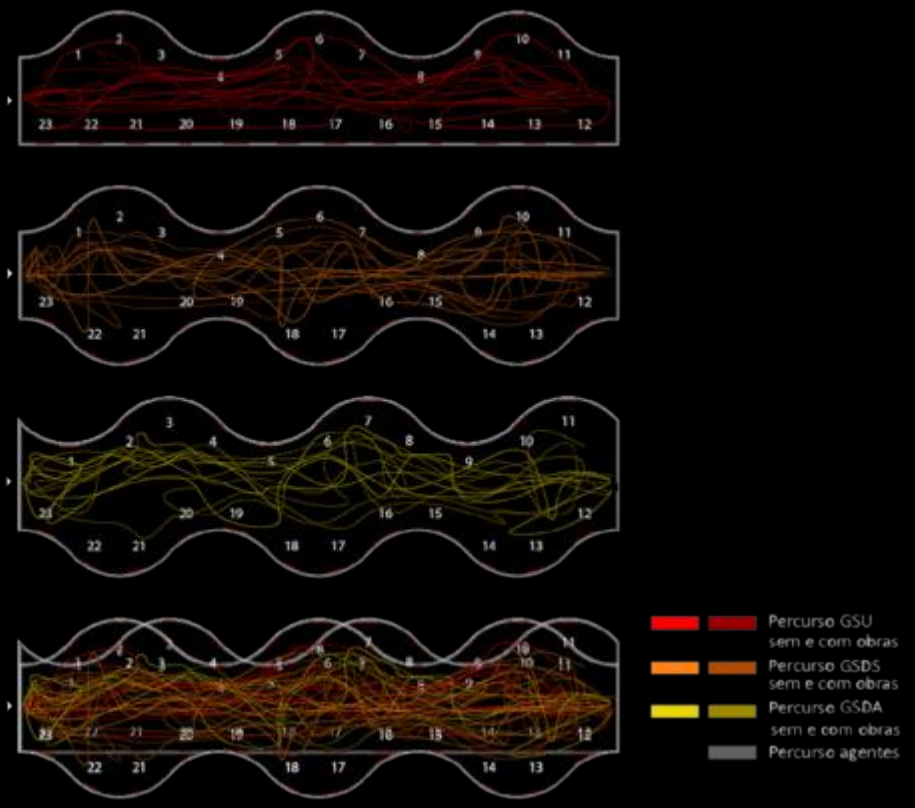
Fonte: o autor.

Figura 356: Percursos de 5 visitantes em cada galeria sem obras (esq.) e com obras (dir) e sobreposição destes.



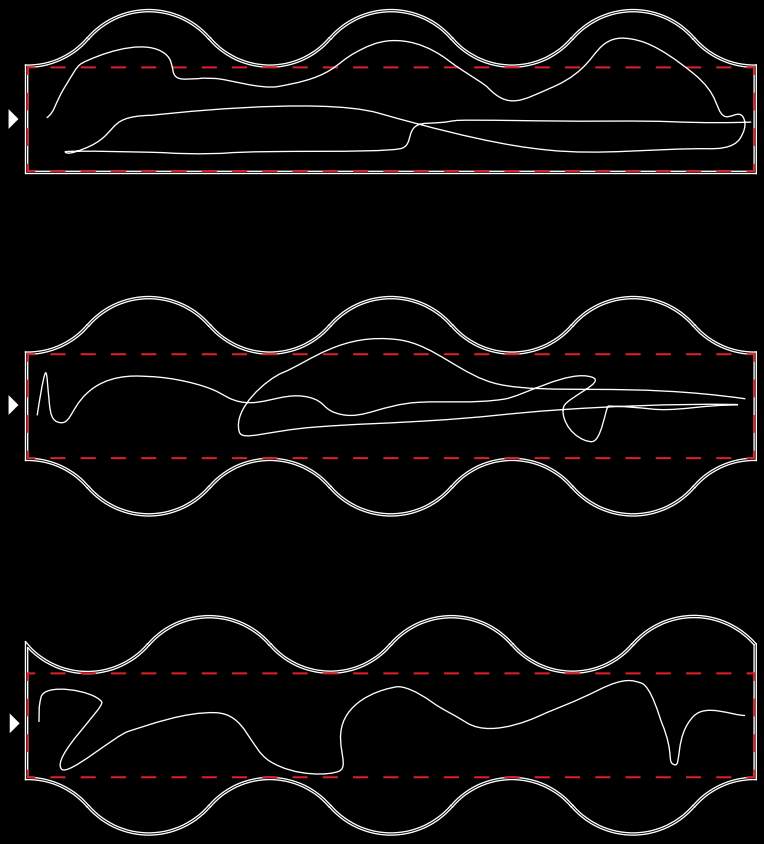
Fonte: o autor.

Figura 357: Sobreposição de percursos de 10 visitantes nas galerias (sem e com obras) e sobreposição destes.



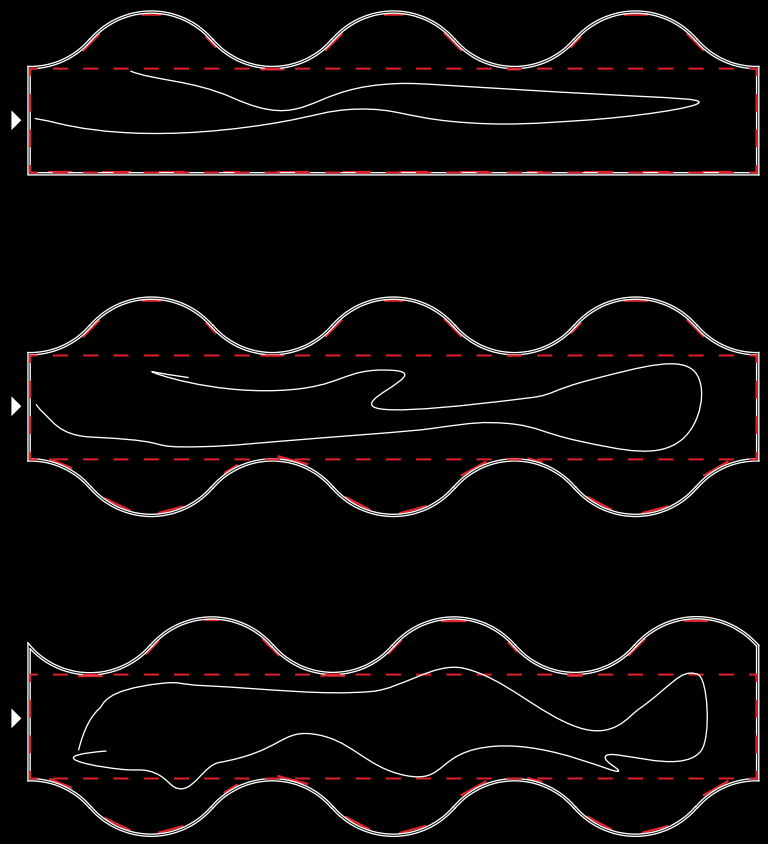
Fonte: o autor.

Figura 359: Mapeamento de percursos dos voluntários com maior tempo de visitação nas galerias sem obras.



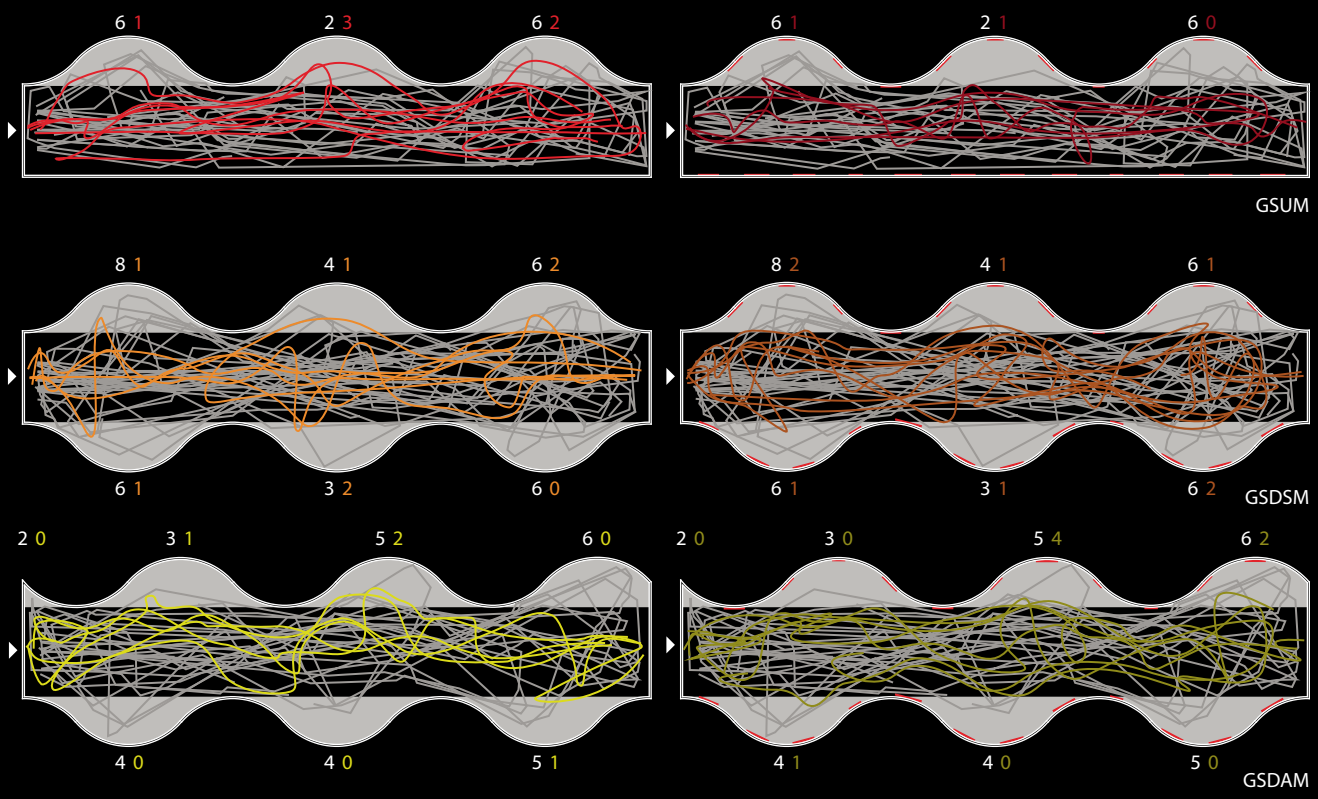
Fonte: o autor.

Figura 358: Mapeamento de percursos dos voluntários com maior tempo de visitação nas galerias com obras.



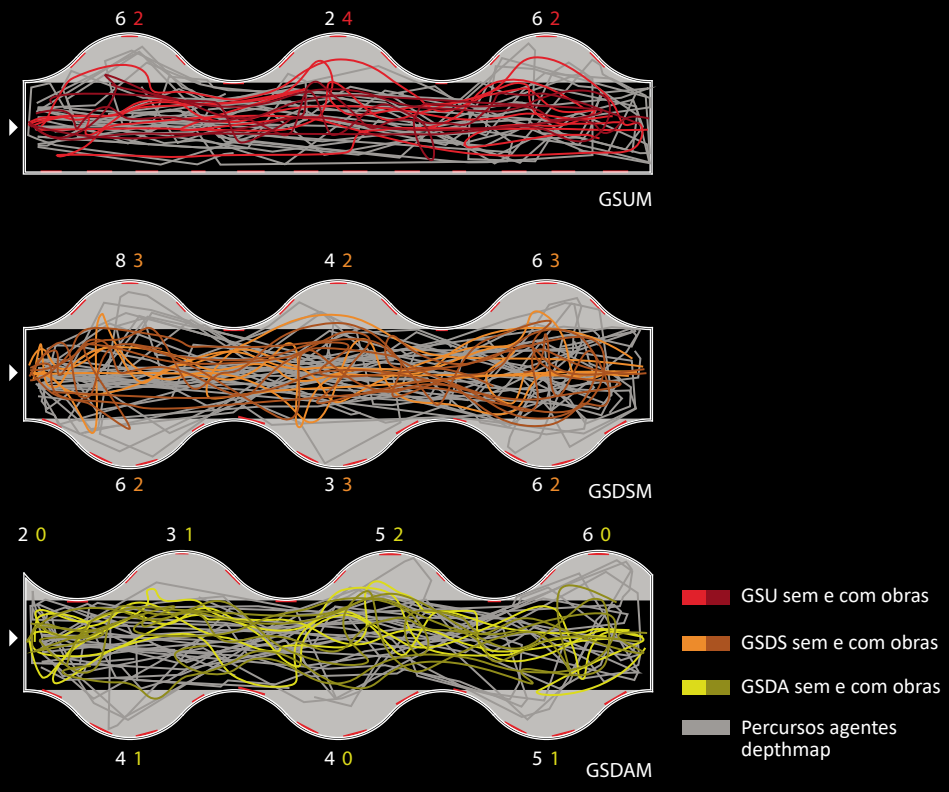
Fonte: o autor.

Figura 360: Mapeamento de percursos nas galerias sem obras de arte (erq.) e com obras de arte (dir.) com cavidades destacadas.



Fonte: o autor.

Figura 361: Sobreposição dos mapeamentos de percursos nas galerias sem e com obras de arte com cavidades destacadas.



Fonte: o autor.

Tabela 29 - Picos de foco (PF) e percursos de pessoas (PP) nas cavidades das galerias sem obras

Galerias	Picos de foco (PF) e percursos de pessoas (PP) nas cavidades das galerias sem obras													
	Cavidade 01		Cavidade 02		Cavidade 03		Cavidade 04		Cavidade 05		Cavidade 06		Cavidade 07 (menor)	
	PF	PP	PF	PP	PF	PP	PF	PP	PF	PP	PF	PP	PF	PP
GSU	1	1	2	3	2	2	-	-	-	-	-	-	-	-
GSDS	1	1	1	1	2	2	6	0	5	2	4	1	-	-
GSDA	2	1	4	2	0	0	0	5	0	4	0	4	0	0
Total	**4**	**3**	**7**	**6**	**4**	**4**	**6**	**5**	**5**	**6**	**4**	**5**	**0**	**0**

Fonte: o autor.

Tabela 30 - Picos de foco (PF) e percursos de pessoas (PP) nas cavidades das galerias com obras

Galerias	Picos de foco (PF) e percursos de pessoas (PP) nas cavidades das galerias com obras													
	Cavidade 01		Cavidade 02		Cavidade 03		Cavidade 04		Cavidade 05		Cavidade 06		Cavidade 07 (menor)	
	PF	PP	PF	PP	PF	PP	PF	PP	PF	PP	PF	PP	PF	PP
GSU	3	1	1	1	0	0	-	-	-	-	-	-	-	-
GSDS	1	2	0	1	0	1	6	2	5	1	4	1	-	-
GSDA	0	0	2	4	0	2	0	0	1	0	0	1	0	0
Total	**4**	**3**	**3**	**6**	**0**	**3**	**6**	**2**	**6**	**1**	**4**	**2**	**0**	**0**

Fonte: o autor.

Tabela 31 - Picos de foco (PF) e percursos de pessoas (PP) nas cavidades das galerias sem e com obra

Total de picos de foco (PF) e percursos de pessoas (PP) nas cavidades das galerias				
Galerias	PF (sem obras)	PF (com obras)	PP (sem obras)	PP (com obras)
GSU	5	4	6	2
GSDS	20	16	7	8
GSDA	6	3	16	7
Total	**31**	**23**	**29**	**17**

Fonte: o autor.

5.4.5.2 O foco de visitantes

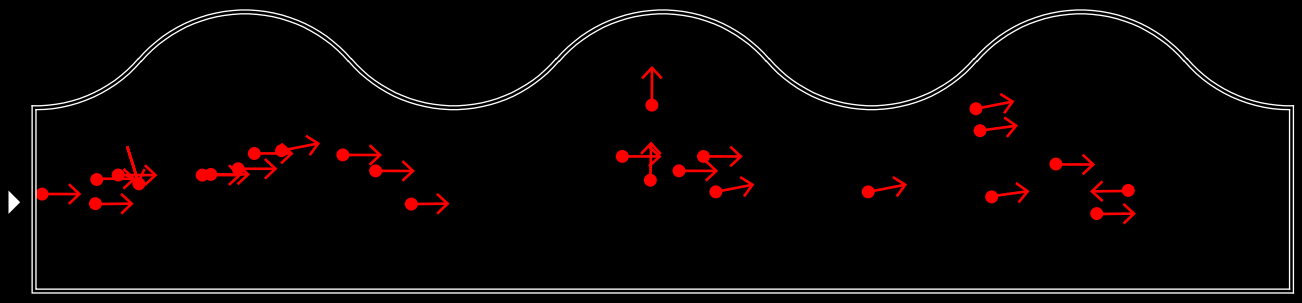
Antes de mais nada, é preciso ressaltar que as formas de representação utilizadas para a análise de foco são de cunho particularmente experimental. A base do gráfico que mostra picos e declives foi gerada pelo *software* EMOTIVBCI. Já o restante do material produzido resultou da tentativa de transpor esses dados para uma linguagem de representação que pudesse ter conexão com aquela utilizada nas análises sintáticas precedentes, que procuramos fazer da forma mais direta e visual possível. Para que chegássemos aos produtos aqui apresentados, houve várias etapas de interpretação dos dados e nesta seção serão incluídas as representações que julgamos mais relevantes e sintéticas para facilitar comparações com as análises prévias (ver Figuras 350 na subseção 5.4.6).

Além dos padrões estabelecidos na subseção anterior, as locações de picos de foco (PF) foram representadas (por um círculo com uma seta) com indicação da direção do olhar do visitante no momento que atingiu um dado pico. Quanto à significância dos valores de picos, foi usada uma escala semelhante à utilizada para as correlações na seção 5.3 (facilitando o detalhamento da análise dos picos mais efetivos) da seguinte forma: nenhum (0); insignificante (1-10); muito leve (11-30); leve (31-50); moderado (51-70); pronunciado (71-90); e muito pronunciado (91-100). Além do mapeamento, para cada um dos picos de moderados a muito pronunciados (51-100), foram gerados *screenshots* representando a visão do usuário durante a navegação (ver Figuras 362 a 364).

Outra representação adotada diz respeito às visadas para os PFs com maiores valores (51-100), indicadas bidimensionalmente nos leiautes e estabelecidas a partir do ponto de origem do pico em um ângulo de 900, que concorda com o padrão adotado para isovistas nas análises sintáticas. Como reforço à análise dos padrões de movimento por percursos nas cavidades, foi analisada ainda a incidência de picos nessas localidades, o que permitiu avaliar se havia uma relação positiva entre as cavidades mais visitadas e o número de PF, comparando-os com aqueles na galeria principal.

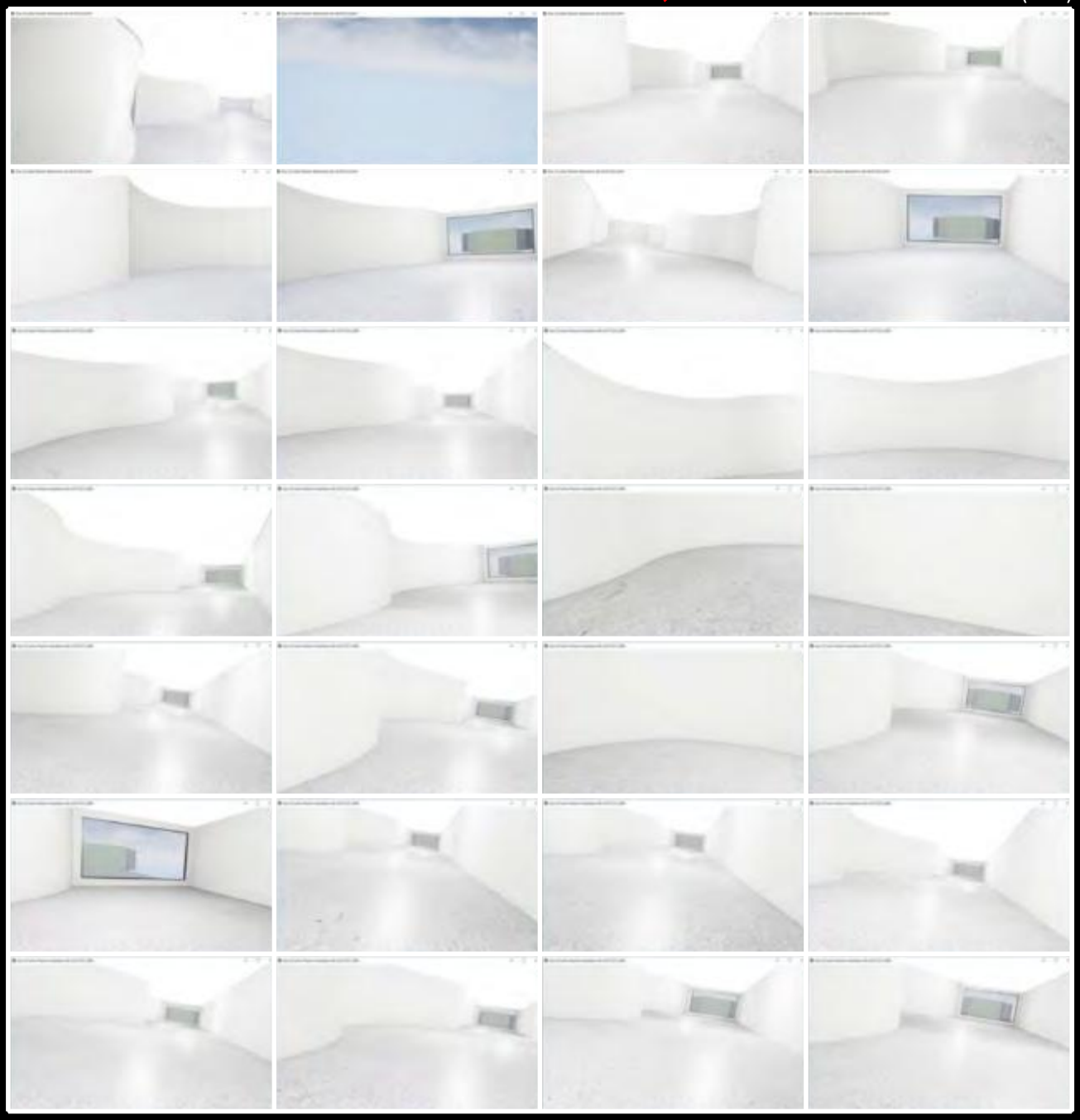
Por último, foram feitas sobreposições de mapas para tentar detectar padrões mais específicos das respostas de foco e melhor espacializar as localidades nas quais estas ocorriam, incluindo a aglomeração (ou *clustering*) dos picos mais altos. Para tanto, usamos como base um *grid* de 75cm x 75cm, o mesmo utilizado nas análises sintáticas de visibilidade e agentes que sobrepusemos aos percursos, o que facilitou detectar possíveis coincidências entre padrões, culminando na elaboração de percursos típicos resultantes da conexão entre os PFs em cada galeria. Para reforçar os mapeamentos, foram elaboradas tabelas, que sumarizam os valores de picos por tipo de galeria, sinalizando de modo objetivo os leiautes nos quais estes ocorreram. Permeando toda a análise, os resultados também foram confrontados com o tempo total da visitação dos sujeitos, permitindo avaliar, por exemplo, se pessoas que despenderam mais tempo, o fizeram com respostas mais ou menos fortes de PFs, ou se, quanto mais tempo durou a visita, maior foi a oscilação de foco, resultados refletidos no IVFP.

Figura 362: Mapeamentos dos picos de foco (51 - 100) e screenshots das visadas nestes picos na GSU sem obras.



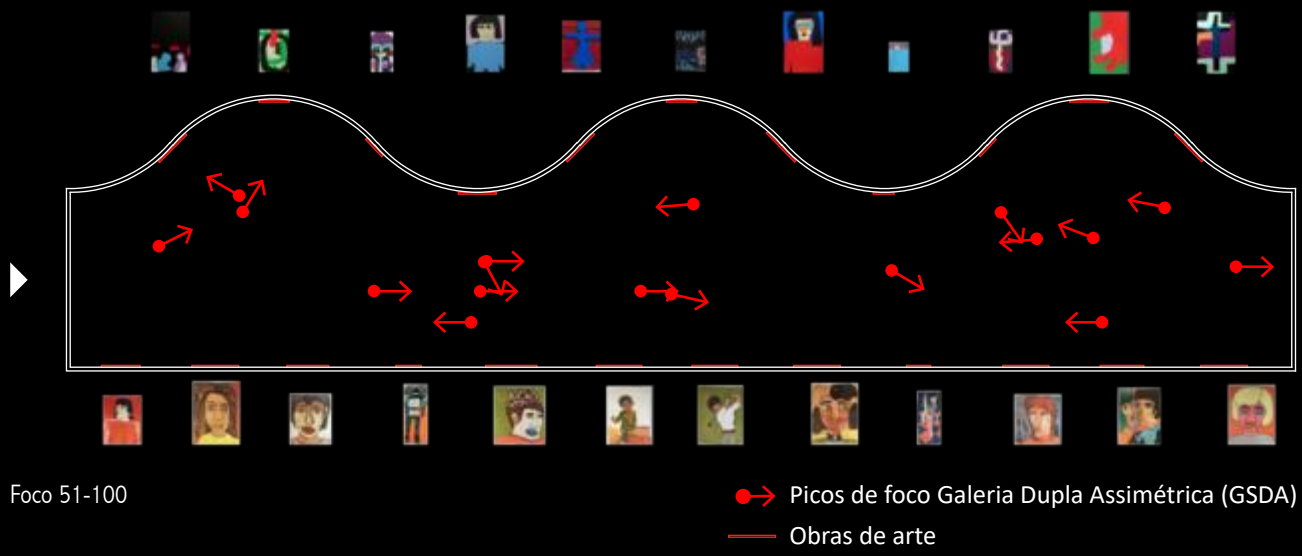
Foco 51-100

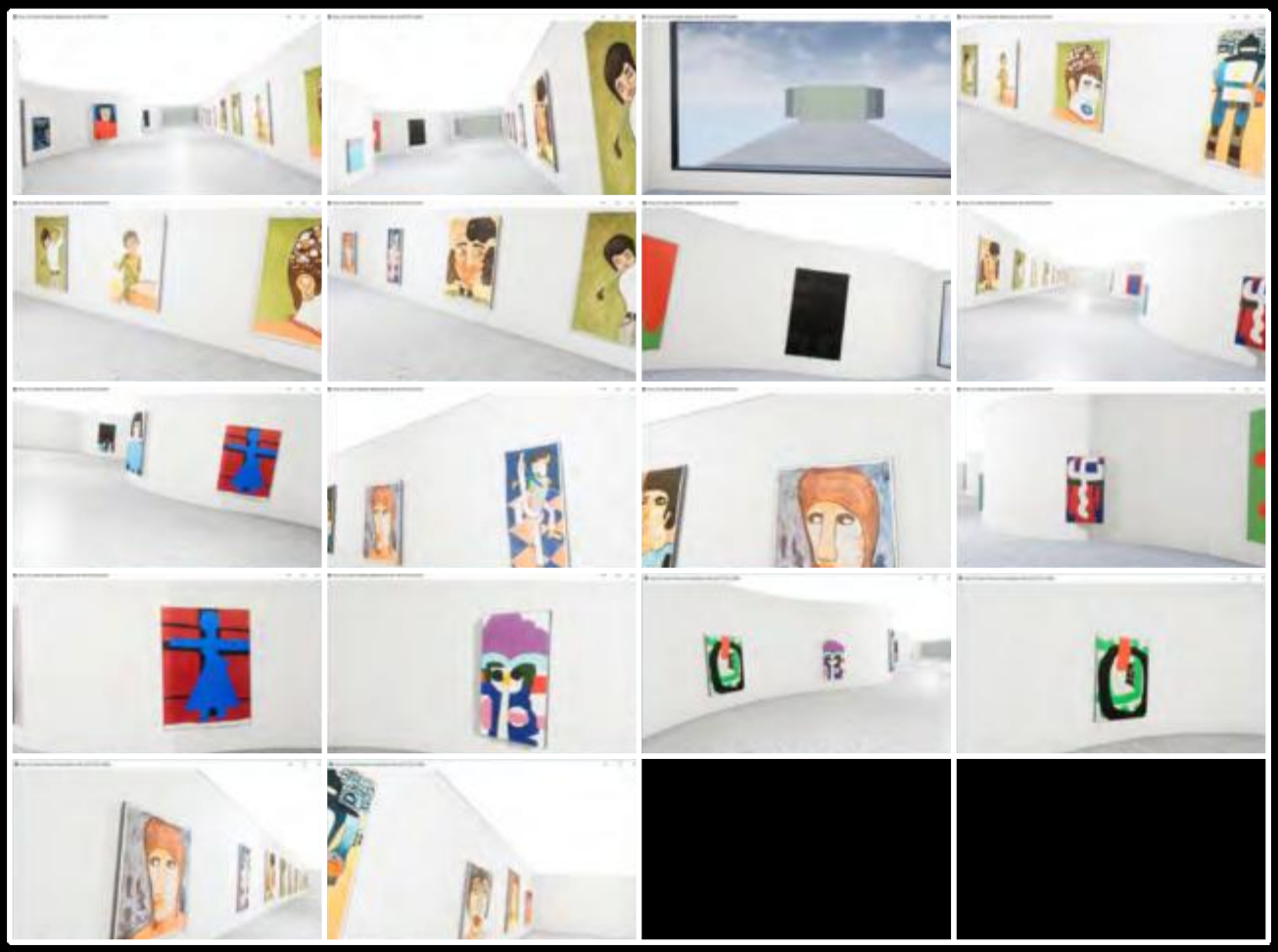
Picos de foco Galeria Simétrica Única (GSU)



Fonte: o autor.

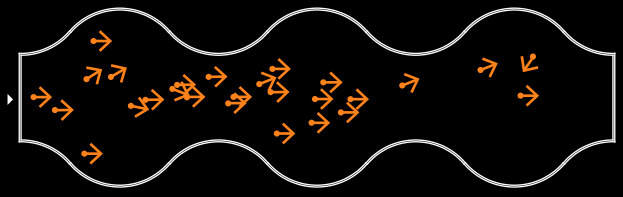
Figura 363: Mapeamentos dos picos de foco (51 - 100) e screenshots das visadas nestes picos na GSU com obras.



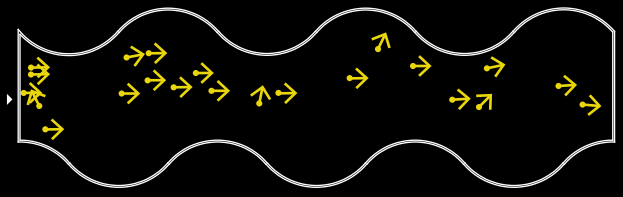


Fonte: o autor.

Figura 364: Mapeamentos dos picos de foco (51 - 100) e screenshots das visadas nestes picos nas galerias GSDS e GSDA sem e com obras.



Foco 51-100 Picos de foco Galeria Dupla Simétrica (GSDS)



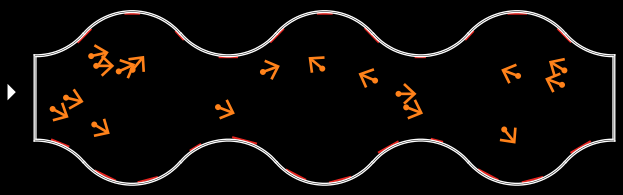
Foco 51-100 Picos de foco Galeria Dupla Assimétrica (GSDA)



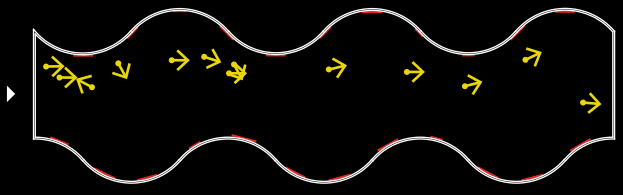
GSDS sem obras



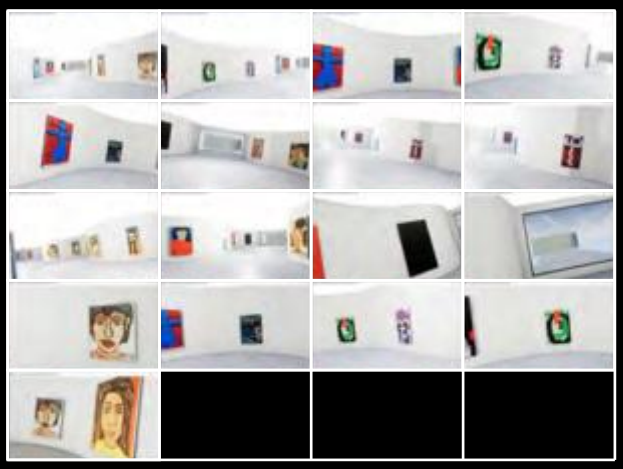
GSDA sem obras



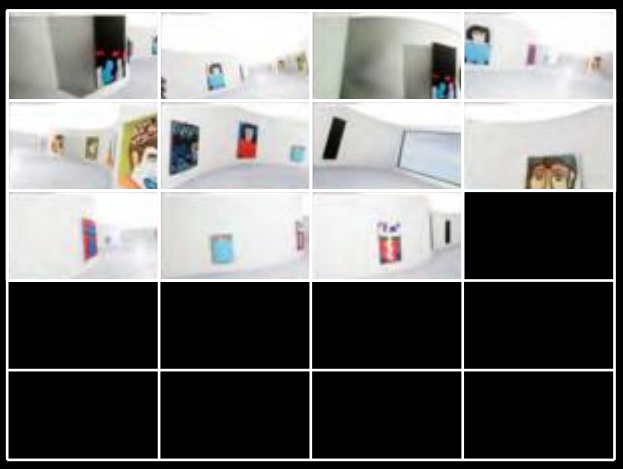
Foco 51-100 Picos de foco Galeria Dupla Simétrica (GSDS)
Obras de arte



Foco 51-100 Picos de foco Galeria Dupla Assimétrica (GSDA)
Obras de arte



GSDS com obras



GSDA com obras

Fonte: o autor.

Analisando os mapeamentos, o primeiro aspecto a ressaltar é o posicionamento geral dos PFs nos leiautes em relação à galeria principal. Sobrepondo todos os PFs (valores de 1 a 100), primeiro por galeria sem e com obras, é evidente que a maioria destes ocorre nos limites da galeria principal. Esse comportamento se repete quando sobrepomos todas as galerias, o que nos permite estabelecer que a espacialização dos PFs ratifica a força desse espaço nos arranjos, independente da forma que as barreiras delimitantes tomem, seja senoide única, dupla simétrica ou dupla assimétrica (ver Figuras 365 e 366).

Os PFs foram analisados quanto aos seus valores e quantidades por galeria. Começando pelos valores nos leiautes sem obras, as maiores médias foram registradas nas galerias sem obras e a maior média geral, por galeria, na GSU (41,0), seguida da GSDS (37,5) e da GSDA (31,8). Nas galerias com obras, a maior média permaneceu na GSU (39,0), seguindo a mesma sequência com a GSDS (31,0), pontuando mais alto do que a GSDA (22,6). Aplicando a referida escala de significância, tem-se que os valores de picos não chegaram, em nenhum caso, ao patamar moderado, com todos os valores permanecendo no nível leve (31-50), à exceção da GSDA, que, com a menor média geral de todas, foi enquadrada no patamar muito leve. Portanto, enquanto valores absolutos, poder-se-ia dizer que não houve uma boa performance quanto a resposta à função cognitiva do foco nos visitantes. Como isso não esclarece muito sobre que picos de foco seriam mais reincidentes, analisamos o aspecto quantitativo e sua espacialização nessas galerias (Tabelas 32 a 34 e Gráficos 30 e 31).

Correlacionando os valores de foco à duração das visitas, houve pouca correlação (R2) com casos de visitas muito longas, nas quais a média de foco foi muito baixa (por exemplo, 7 min com foco de 55,0) ou, ao contrário, visitas curtas com valores de foco altos (por exemplo, 28s com foco de 88,0). Em geral, incluindo galerias sem e com obras, a GSU teve o menor valor de R2 (0,25), que cresceu um pouco na GSD (0,44) e mais ainda na GSDA (0,65) (Tabela 35 e Gráficos 32 a 37).

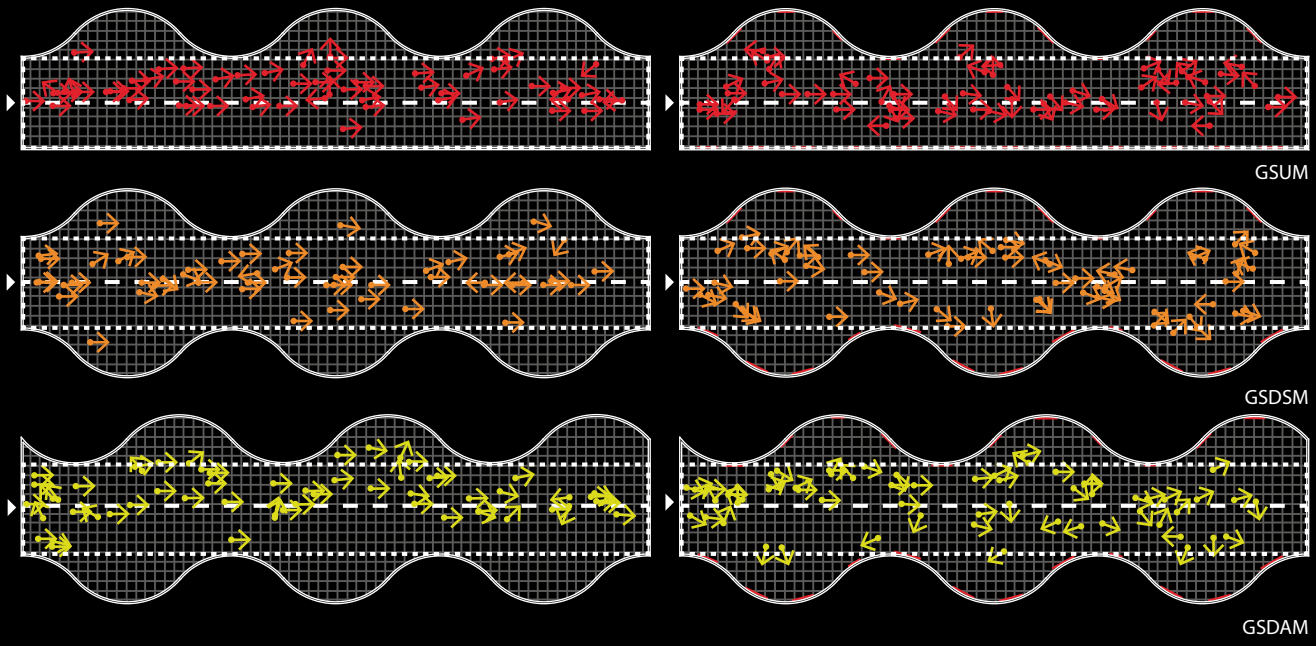
Considerando todos os PFs (com valores entre 1 e 100), a quantidade total destes nas três galerias foi 350, divididos nas sem e com obras, respectivamente, da seguinte forma: GSU – 61 e 59; GSDS – 53; e 61 e GSDA – 58 em ambas. Com exceção da galeria GSDS (arranjos sem e com obras com 53 e 61 picos, respectivamente), observa-se que a quantidade de PFs nas galerias é bem similar, portanto, o fator presença ou ausência de obras de arte não parece ter afetado o número de PFs atingidos por visitantes. Quando afunilamos os valores para aqueles de moderados a muito pronunciados (51-100), esse comportamento se mantém quase o mesmo com as quantidades de PFs, por galerias sem e com obras, distribuindo-se em: GSU – 26 e 18; GSDS – 27 e 17; e GSDA – 22 e 13 em ambas. No geral, as quantidades totais de PFs por galeria, independente da presença de obras de arte, foram bem similares nas galerias, com um leve predomínio da GSU. Ressalta-se a diferença de 11 pontos entre a GSDA (35 PFs) e as demais (ambas com 44 PFs) no grupo de PFs mais altos (51-100). Assim, com base nesses resultados, poderíamos dizer que a presença

de obras não parece ter influenciado significativamente em quantas vezes o visitante atingiu PFs (Tabela 35).

Se considerarmos os totais de PFs nas galerias, sem e com obras e nos dois grupos de valores (V1—51 a 100 e V2 – 1 a 100), tem-se a seguinte distribuição: GSU – 44 e 120 (total 164 PFs); GSDS – 44 e 114 (total 158 PFs); e GSDA – 35 e 116 (total 151 PFs). Esses resultados sugerem um aspecto relevante quando comparados ao quesito tempo de navegação, abordado na subseção anterior. Assim como a duração da visita decaiu após a primeira galeria (GSU), mantendo-se mais ou menos estável nas duas seguintes (GSDS e GSDA), a quantidade de PFs, ainda que relativamente em menor escala, decaiu após a primeira galeria navegada, de modo que, no geral, houve uma maior ativação da função cognitiva do foco na galeria GSU. Dessa informação, podemos deduzir que, nos limites da amostragem realizada, quanto mais tempo os visitantes despenderam em uma galeria, o que se deu no início da visitação, mais sua função cognitiva de foco atingiu picos, resposta que enfraqueceu à medida que – talvez pelo aumento da fadiga, entendida como diminuição de interesse (MELTON, 1935) – passaram menos tempo nas galerias (Tabela 35).

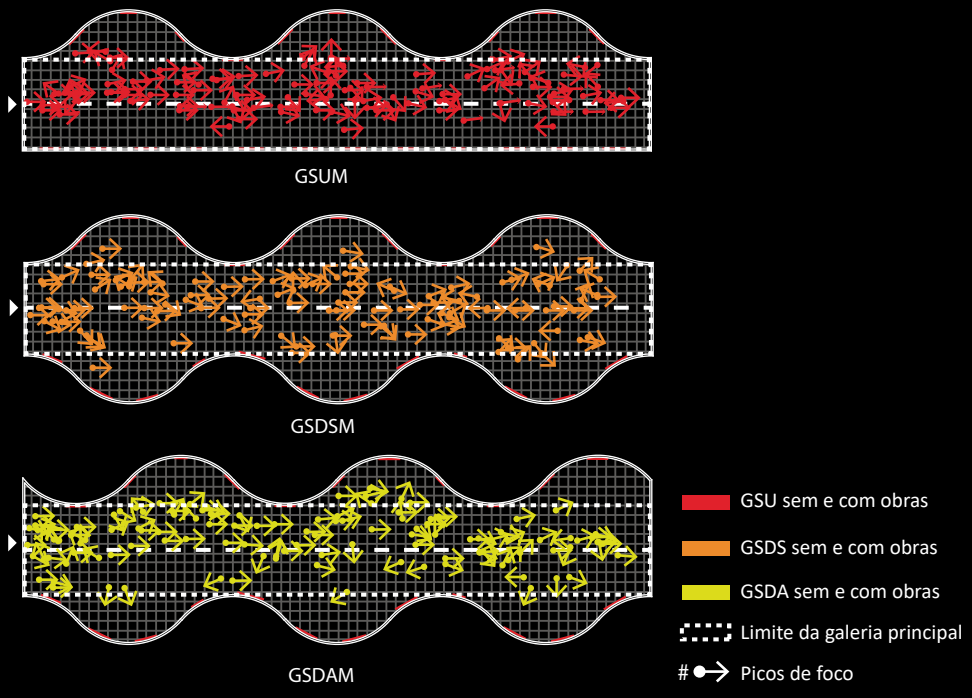
Na tentativa de obter uma espacialização mais detalhada dos PFs de todos os visitantes nas galerias (valores 1-100), foram determinados aglomerados (ou *clusters*) conforme a proximidade entres esses picos. Obedecendo ao critério de estarem localizados em nós vizinhos no *grid* (75cm x 75cm), foram identificados *clusters* formados por esses picos, posteriormente conectados para ilustrar o que seria trajetórias de distribuição dessas localidades nos leiautes. Esse procedimento foi feito, primeiro, individualmente para cada galeria, conforme tipo de arranjo e disposição ou não de obras de arte. Depois, os *clusters* foram sobrepostos de acordo com o tipo de galeria, sem e com obras e, por último, todas as galerias sem e com obras (ver Figuras 367 e 368).

Figura 365: Mapeamento de picos de foco (valores 0-100) nas galerias sem obras de arte (erq.) e com obras de arte (dir.).



Fonte: o autor.

Figura 366: Sobreposição dos mapeamento de picos de foco (valores 0-100) nas galerias com e sem obras de arte.



Fonte: o autor.

Tabela 32 - Valores e quantidades de picos de foco nas galerias sem e com obras de arte.

Valores de picos de foco	Arranjos de galerias	Galerias s/ obras arte	Galerias c/ obras arte	Totais / tipo de arranjo
V1 51-100 (picos mais altos)	GSU	26	18	44
	GSDS	27	17	44
	GSDA	22	13	35
Total geral I	123			
V2 1-100 (todos os picos)	GSU	61	59	120
	GSDS	53	61	114
	GSDA	58	58	116
Total geral II	350			

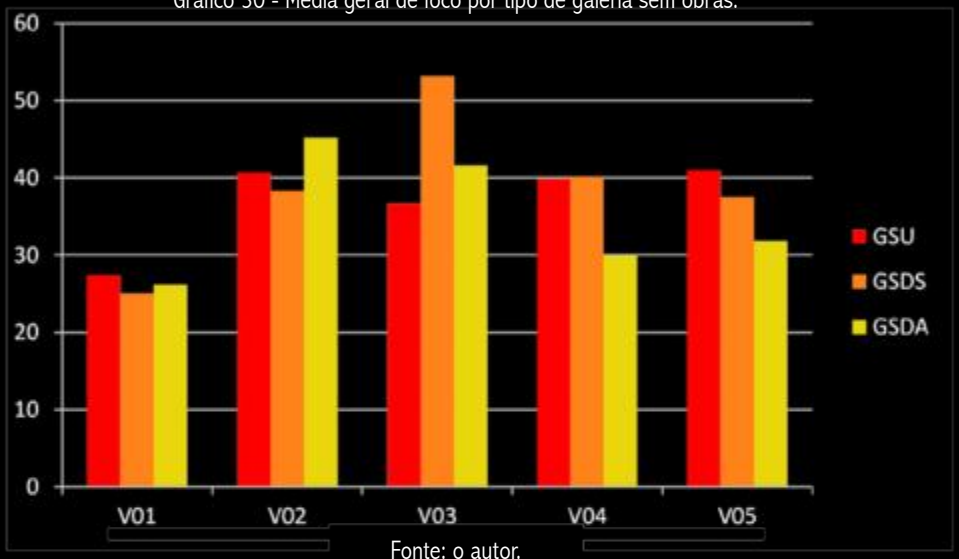
Fonte: o autor.

Tabela 33 - Média geral de foco por tipo de galeria sem obras.

Média geral de foco por tipo galeria sem obras			
Voluntarios	GSU	GSDS	GSDA
V01	27,4	25	26,2
V02	40,7	38,3	45,2
V03	36,7	53,2	41,6
V04	39,9	40,1	29,9
V05	41	37,5	31,8

Fonte: o autor.

Gráfico 30 - Média geral de foco por tipo de galeria sem obras.



Fonte: o autor.

Tabela 34 - Média geral de foco por tipo de galeria com obras.

Média geral de foco por tipo galeria com obras			
Voluntarios	GSU	GSDS	GSDA
V01	32,1	30,8	25,5
V02	42,7	38,7	36,2
V03	37,8	37,4	32,2
V04	42,7	41,9	39,3
V05	39	31,1	22,6

Fonte: o autor.

Gráfico 31 - Média geral de foco por tipo de galeria sem obras.



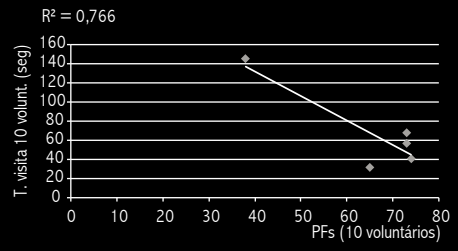
Fonte: o autor.

Tabela 35 - Picos de foco (PFs) e tempo de navegação nas galerias.

Relação entre IVPF e tempo de navegação nas galerias				Relação entre IVPF e tempo de navegação nas galerias			
Galerias sem obras	Voluntários	Pico de foco	Tempo de visitação de voluntários (segundos)	Galerias com obras	Voluntários	Pico de foco	Tempo de visitação de voluntários (segundos)
GSUM	V01	38	145	GSUM	V06	69	133
	V02	73	57		V07	55	193
	V03	73	68		V08	61	164
	V04	74	41		V09	55	420
	V05	65	32		V10	65	150
GSDSM	V01	46	116	GSDSM	V06	73	90
	V02	66	65		V07	64	86
	V03	88	36		V08	59	170
	V04	65	46		V09	57	216
	V05	75	32		V10	57	184
GSDAM	V01	70	70	GSDAM	V06	61	69
	V02	87	75		V07	75	74
	V03	92	47		V08	60	131
	V04	60	49		V09	55	193
	V05	88	28		V10	35	244

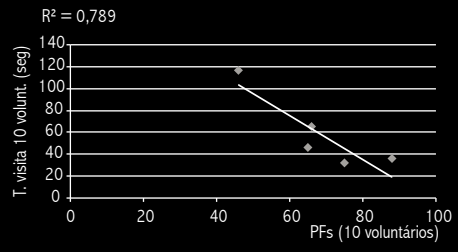
Fonte: o autor.

Gráfico 32 - PFs e tempo de navegação GSU sem obras



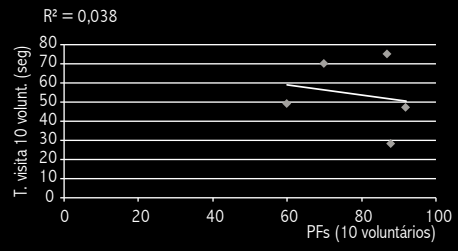
Fonte: o autor.

Gráfico 33 - PFs e tempo de navegação GSDS sem obras



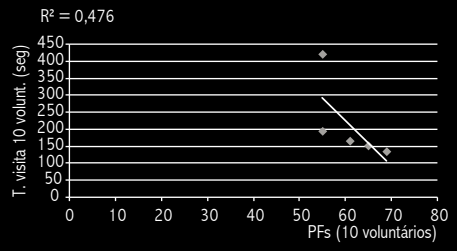
Fonte: o autor.

Gráfico 34 - PFs e tempo de navegação GSDA sem obras



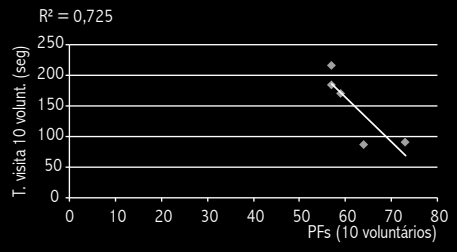
Fonte: o autor.

Gráfico 35 - PFs e tempo de navegação GSU sem obras



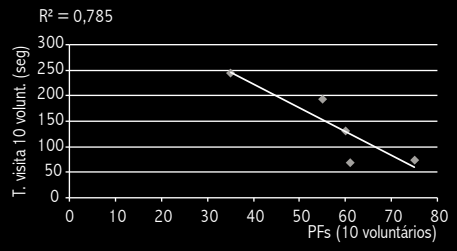
Fonte: o autor.

Gráfico 36 - PFs e tempo de navegação GSDS sem obras



Fonte: o autor.

Gráfico 37 - PFs e tempo de navegação GSDA sem obras



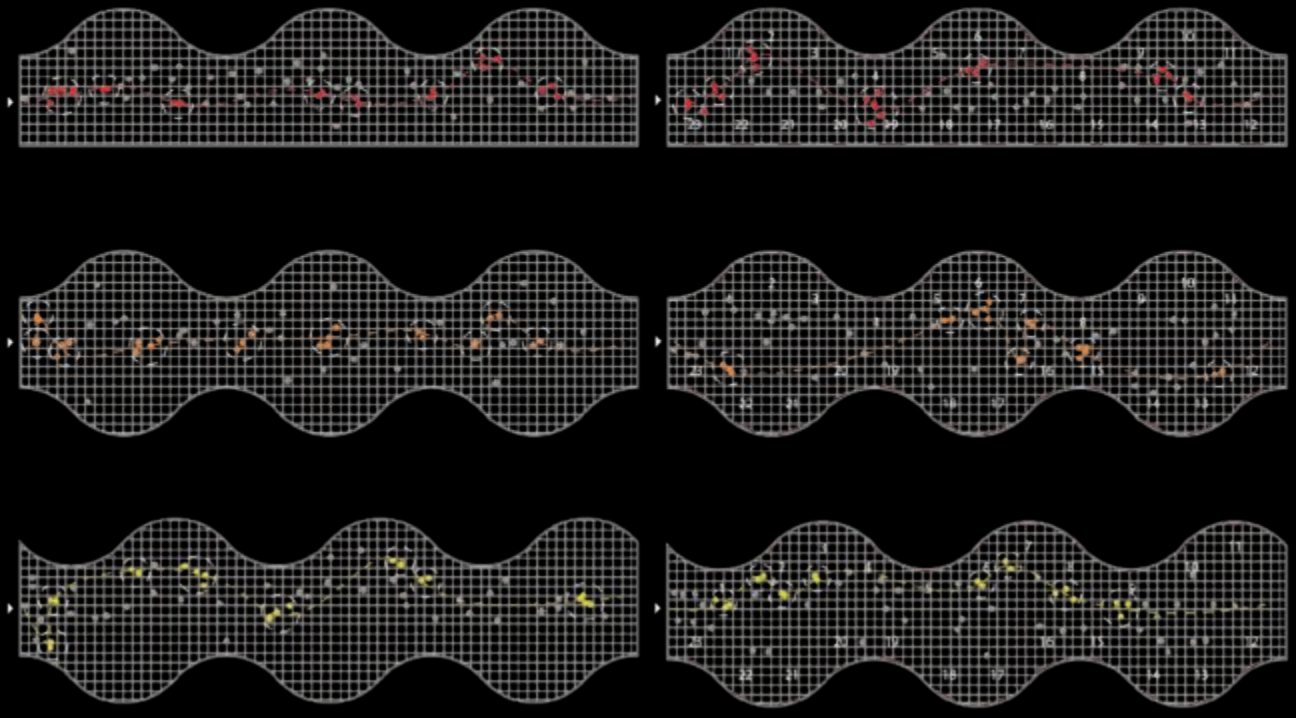
Fonte: o autor.

Um aspecto interessante ressalta dessas experimentações: comparado aos perfis dos percursos, vistos na subseção anterior, as trajetórias resultantes da conexão entre os *clusters* revelam perfis que parecem ser orientados pela geometria das barreiras deformadas (senoide única, dupla assimétrica ou dupla assimétrica). Vimos que, sobretudo nas galerias sem obras, os percursos eram mais dispersos, aproximando-se mais dos nichos, o que poderia indicar uma visita mais exploratória, mas, ao mesmo tempo, com menos foco (por falta de um ponto de orientação). Nas galerias com obras, quando sobrepostos, os percursos mostraram-se mais aninhados ou densos, concentrando-se mais na galeria principal. Quanto aos *clusters* de PFs, em todos os leiautes e sobreposições, o padrão de espacialização do assemelhou-se mais aos percursos nas galerias sem obra, o que pode ser indicativo de que, considerando os valores de picos mais altos e suas localidades mais recorrentes, independente do conteúdo expográfico, as respostas atencionais dos visitantes, em seu conjunto, compartilham o fato de terem sido mais influenciadas pela geometria da galeria do que a maneira como os visitantes movimentaram-se nas galerias.

Para verificar a influência da geometria na visibilidade dos visitantes nos locais de PFs, foram elaborados mapeamentos das visadas nas galerias sem e com obra. Considerando as áreas mais claras nos leiautes como aquelas onde ocorreu maior sobreposição, ou seja, onde mais visadas de visitantes coincidiram nos momentos desses picos (aqui computados aqueles entre 51 e 100), há uma clara diferença no comportamento visual nos leiautes sem e com obras. Nos primeiros, independente da geometria, os visitantes olharam mais frequentemente na mesma direção, com o trecho mais recorrente ao final da galeria, ou seja, mais visitantes estavam olhando em direção ao final da galeria quando responderam à navegação com mais foco (ver polígonos tracejados nos mapeamentos).

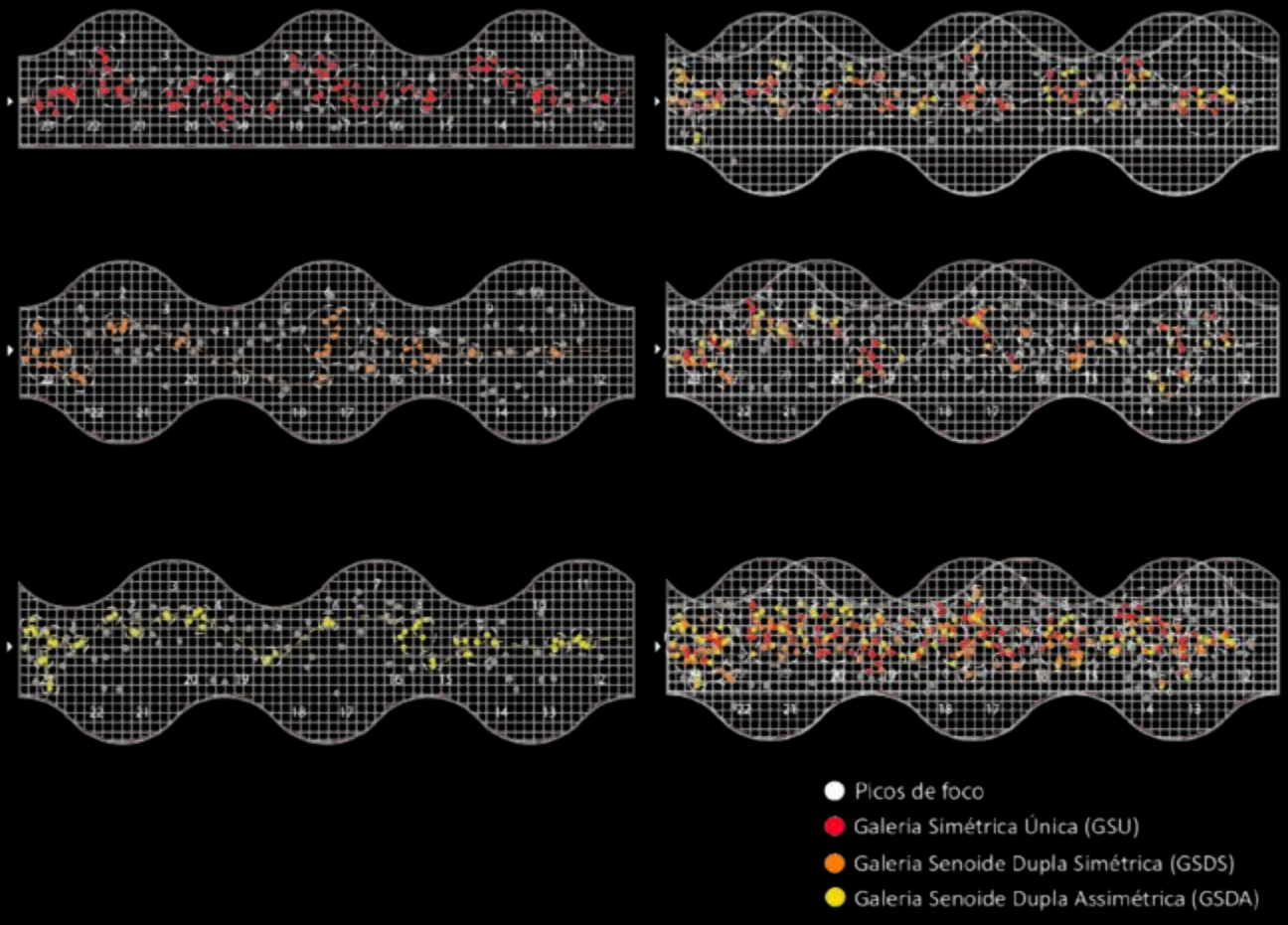
Nos leiautes com obras, o comportamento visual mais frequente (GSU e GSDS) revelou que as áreas de maior concordância de visadas espalharam-se mais uniformemente pelas galerias. Na GSDA, o padrão de visadas assemelha-se mais ao dos leiautes sem obra, mas há um contraste menor em relação à saída da galeria ser claramente o local no qual as visadas mais coincidem. Nesse caso, quanto às visadas, parece plausível a sugestão de que foram influenciadas pela presença de obras de arte, fazendo com que se dispersassem mais pelos leiautes. Como, nessas situações, os percursos são mais contidos na galeria principal, é possível que enquanto o movimento (do corpo) se mantenha mais controlado (pelo determinismo da GP), giros de cabeça proporcionariam visadas que procuram pelas obras de arte, desafiando a afirmação de que "à medida que o olho é atraído ao longo de eixos em *enfilade*, o corpo segue o curso destes mesmos eixos" (PSARRA, 2018, p. 204, tradução nossa) (ver Figuras 369 e 370).

Figura 367: Mapeamentos de aglomerados de picos de foco (valores 1-100) nas galerias sem obras (esq) e com obras (dir).



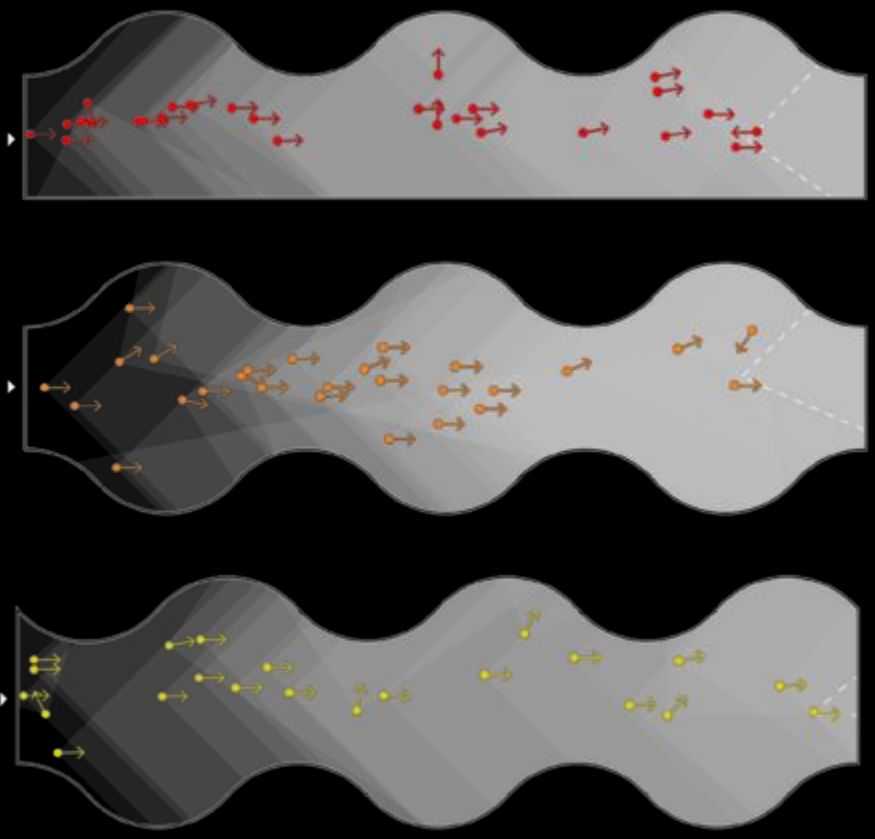
Fonte: o autor.

Figura 368: Sobreposição dos mapeamentos de aglomerados de picos de foco (valores 1-100) nas galerias sem obras e com obras (esq) e de todas as galerias (dir.).



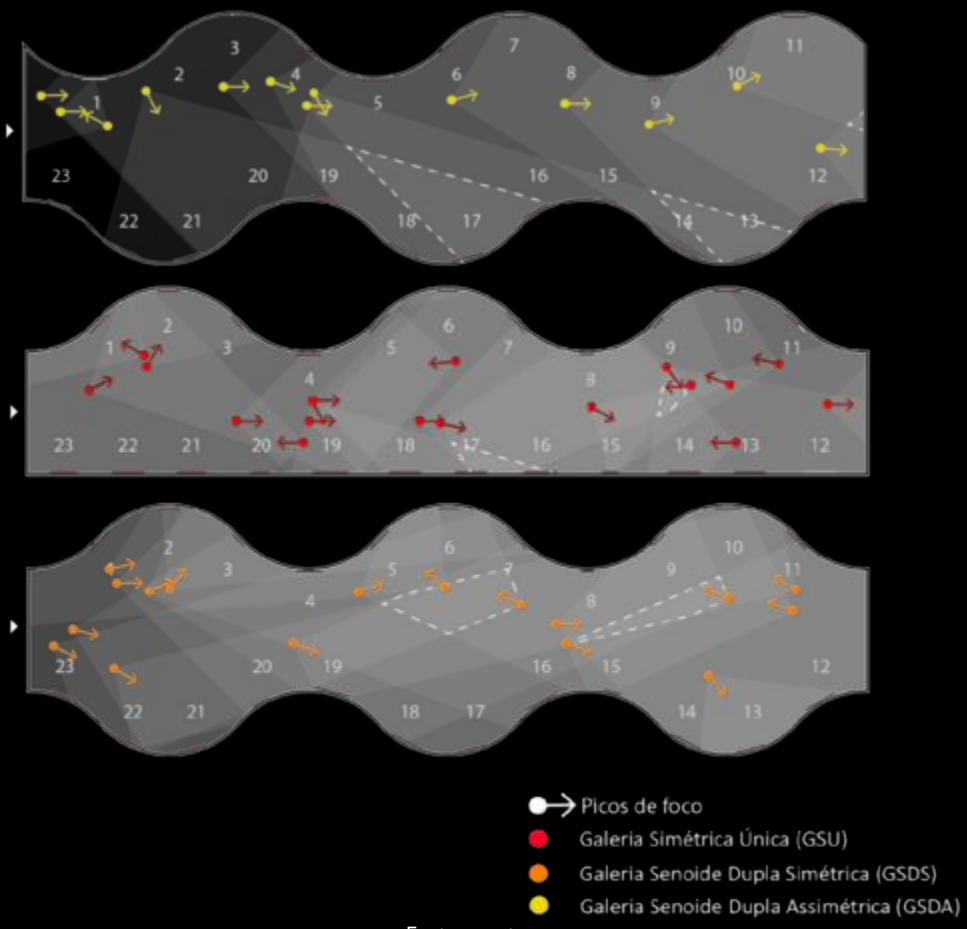
Fonte: o autor.

Figura 369: Picos de foco (51-100) com suas respectivas visadas sobrepostas em galerias sem obras.



Fonte: o autor.

Figura 370: Picos de foco (51-100) com suas respectivas visadas sobrepostas em galerias com obras.



Fonte: o autor.

Outro aspecto analisado foi a ocorrência de PFs nas cavidades. Como vimos, foram detectados mais percursos de visitantes em cavidades nas galerias sem obra, resultado que concordou com os picos, cuja maior ocorrência em cavidades também se deu nas galerias sem obras (31 PFs), computando oito picos a mais do que nas com obras (23 PFs). A cavidade sem obras que mais estimulou PFs coincidiu com aquela mais visitada, a CO2 (7 PFs), mas não houve concordância para com as cavidades com obras. O tipo de arranjo que mais registrou PFs foi a GSDS (36), o que não coincidiu com os percursos mais recorrentes, ocorridos na GSDA (23 percursos), leiaute este que, em termos de picos, comportou-se igual à GSU, com 9 PFs cada (ver Figura 371 e Tabelas 36 a 38).

Esses resultados reforçam que, de alguma forma, as pessoas exploraram mais o leiaute fora da galeria principal quando este não dispunha de obras, assim como quando saíram desse espaço, indo para as cavidades, naquelas sem obras de arte, respondendo também com maior foco de atenção do que quando as obras estavam presentes.

Por último, abordaremos um índice criado para aferir outra condição importante relacionada ao foco, que reflete em que medida seus valores oscilam, que chamamos de Índice de Variação de Picos de Foco (IVPF). Como o foco é uma medida de atenção fixa, cuja frequência na qual alterna entre tarefas (ou seja, o nível de troca de tarefas) caso seja alto, pode indicar distração, determinamos que seria um dado relevante a aferir, ainda que reconheçamos o caráter experimental da iniciativa.

O cálculo do índice envolve três etapas simples: extrair a curva e o *grid* do gráfico de foco de um voluntário na galeria que se deseja aferir; computar a quantidade de picos ou declives que ocorrem nos intervalos do grid; e, por fim, somar esses valores e dividir pelo número total de intervalos. Ilustrando a aplicação em um dos visitantes, nas galerias GSU, GSDS e GSDA, os IVPFs foram, respectivamente: 2,07; 1,57; e 1,25. Percebe-se que, nesse exemplo (de visitação a galerias com obras), na GSU, a primeira a ser visitada, houve uma maior oscilação de valores, o que pode ser indicativo de menor atenção por parte do visitante, ao passo que na GSDA, a situação se reverte, registrando-se a menor oscilação de foco. Uma observação atenta das curvas dos gráficos confirma essa condição, porém, entendemos que a determinação de um índice otimiza a análise e facilita comparações entre diferentes visitantes e possíveis correlações com outras medidas/valores encontrados ao longo da investigação (Gráfico 38 e Figura 372).

Foram calculados os IVPFs dos 10 voluntários para as três galerias que cada um percorreu. As médias gerais apontaram para maiores índices nas galerias com obras, com os valores organizados da seguinte forma: galerias sem obra – 1,93 (GSU), 2,07 (GSDS) e 1,88 (GSDA); galerias com obras – 1,94 (GSU), 2,56 (GSDS) e 2,67 (GSDA). Percebe-se que todos os valores foram mais altos quando havia obras dispostas, e que a diferença aumenta à medida que se encaminha à GSDA. Os índices nas GSUs foram praticamente idênticos (1,93 e 1,94), mas nas demais galerias aumentaram mais significativamente, sobretudo, quanto às GSDAs (1,88 e 2,67) (Tabela 39 e 40).

Calculando-se a correlação (R2) entre os índices de IVPF nas três galerias e o tempo nestas despendido por cada voluntário, no geral, tem-se uma muito alta R2, com 60% dos casos com uma correlação quase perfeita (entre 0,93 e 0,99), 20% com a R2 pronunciada (entre 0,76 e 0,79) e apenas 2 casos atípicos de R2 muito baixa (0,13 e 0,22) (Gráfico 39).

Como vimos, as maiores médias de foco foram registradas nas galerias sem obras e, segundo a aferição de IVPF que acabamos de apresentar, nessas galerias, ocorreu menos oscilação de valores de foco, apontando para uma consistência nos dados. No sentido inverso, assinalam que, nas galerias com obras, provavelmente pelo esforço informacional devido ao acréscimo das peças expostas, os valores de oscilaram com mais frequência, levando a um comportamento relativamente mais distraído por parte dos visitantes do que nas galerias sem obras.

Na subseção seguinte, apresentaremos a última etapa das análises dos experimentos, que consiste em uma tentativa de relacionar alguns dos resultados aqui apresentados sobre percursos e focos de visitantes nas GPs virtuais e aqueles obtidos nas análises sintáticas previamente discutidas na seção 5.3. Para tanto, nas análises sintáticas, o enfoque foi dado na visibilidade e nos agentes autômatos, particularmente na integração e na conectividade visual e nos fluxos mais densos em portões.

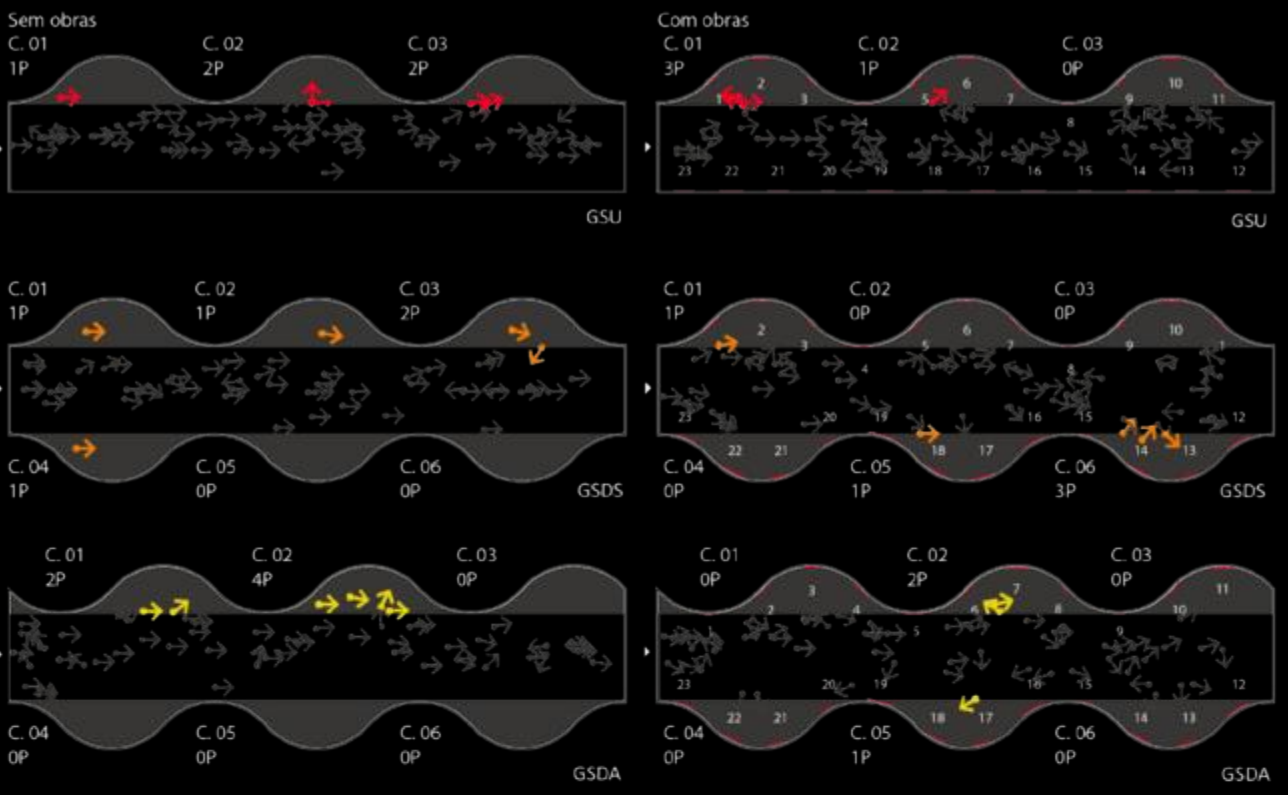
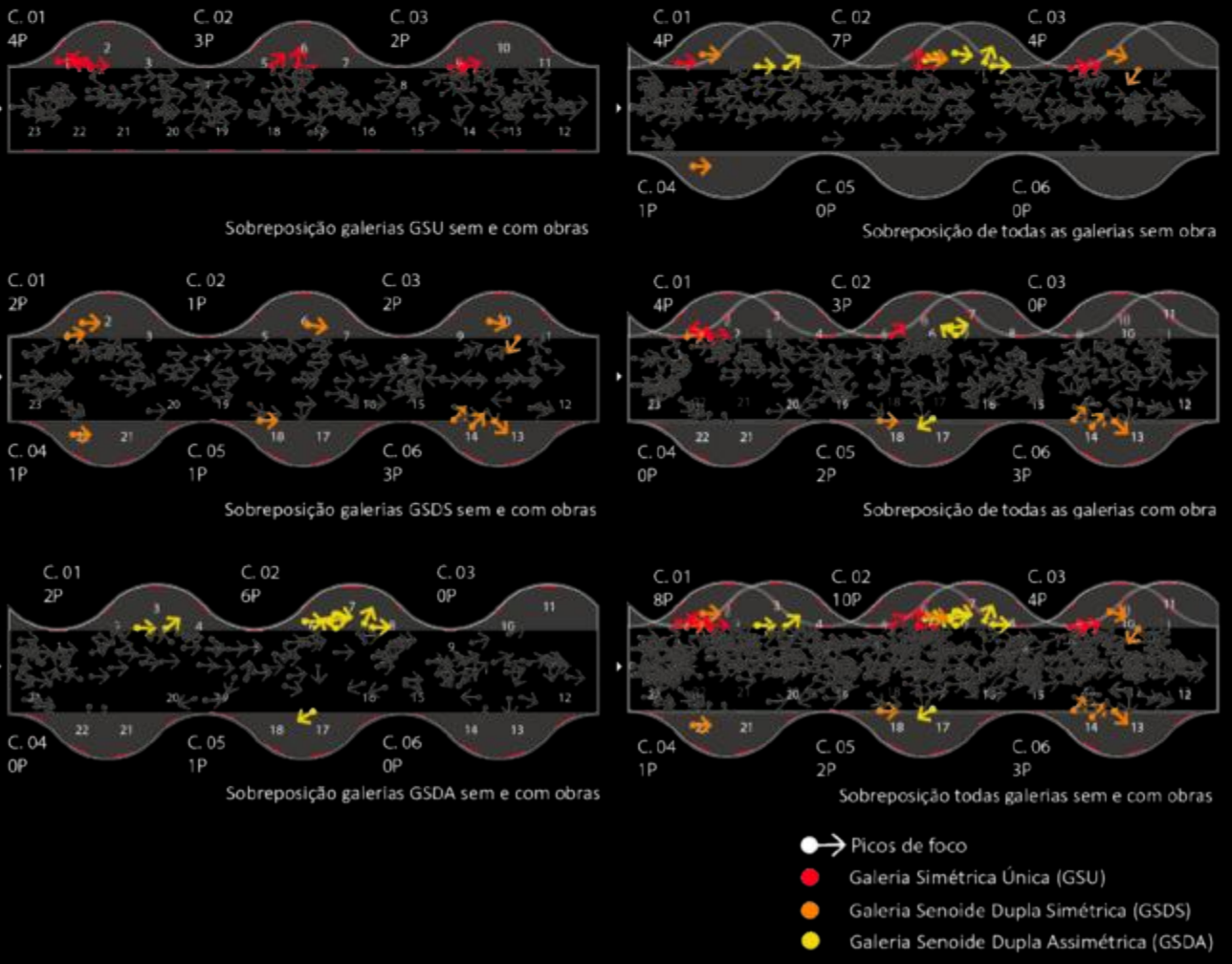


Figura XX: contagem de picos de foco (0-100) nas cavidades das galerias sem e com obra. Fonte: o autor



Fonte: o autor.

Tabela 36 - Picos de foco (PF) e percursos de pessoas (PP) nas cavidades das galerias sem obras.

Galerias	Picos de foco (PF) e percursos de pessoas (PP) nas cavidades das galerias sem obras													
	Cavidade 01		Cavidade 02		Cavidade 03		Cavidade 04		Cavidade 05		Cavidade 06		Cavidade 07 (menor)	
	PF	PP	PF	PP	PF	PP	PF	PP	PF	PP	PF	PP	PF	PP
GSU	1	1	2	3	2	2	-	-	-	-	-	-	-	-
GSDS	1	1	1	1	2	2	6	0	5	2	4	1	-	-
GSDA	2	1	4	2	0	0	0	5	0	4	0	4	0	0
Total	**4**	**3**	**7**	**6**	**4**	**4**	**6**	**5**	**5**	**6**	**4**	**5**	**0**	**0**

Fonte: o autor.

Tabela 37 - Picos de foco (PF) e percursos de pessoas (PP) nas cavidades das galerias com obras.

Galerias	Picos de foco (PF) e percursos de pessoas (PP) nas cavidades das galerias com obras													
	Cavidade 01		Cavidade 02		Cavidade 03		Cavidade 04		Cavidade 05		Cavidade 06		Cavidade 07 (menor)	
	PF	PP	PF	PP	PF	PP	PF	PP	PF	PP	PF	PP	PF	PP
GSU	3	1	1	1	0	0	-	-	-	-	-	-	-	-
GSDS	1	2	0	1	0	1	6	2	5	1	4	1	-	-
GSDA	0	0	2	4	0	2	0	0	1	0	0	1	0	0
Total	**4**	**3**	**3**	**6**	**0**	**3**	**6**	**2**	**6**	**1**	**4**	**2**	**0**	**0**

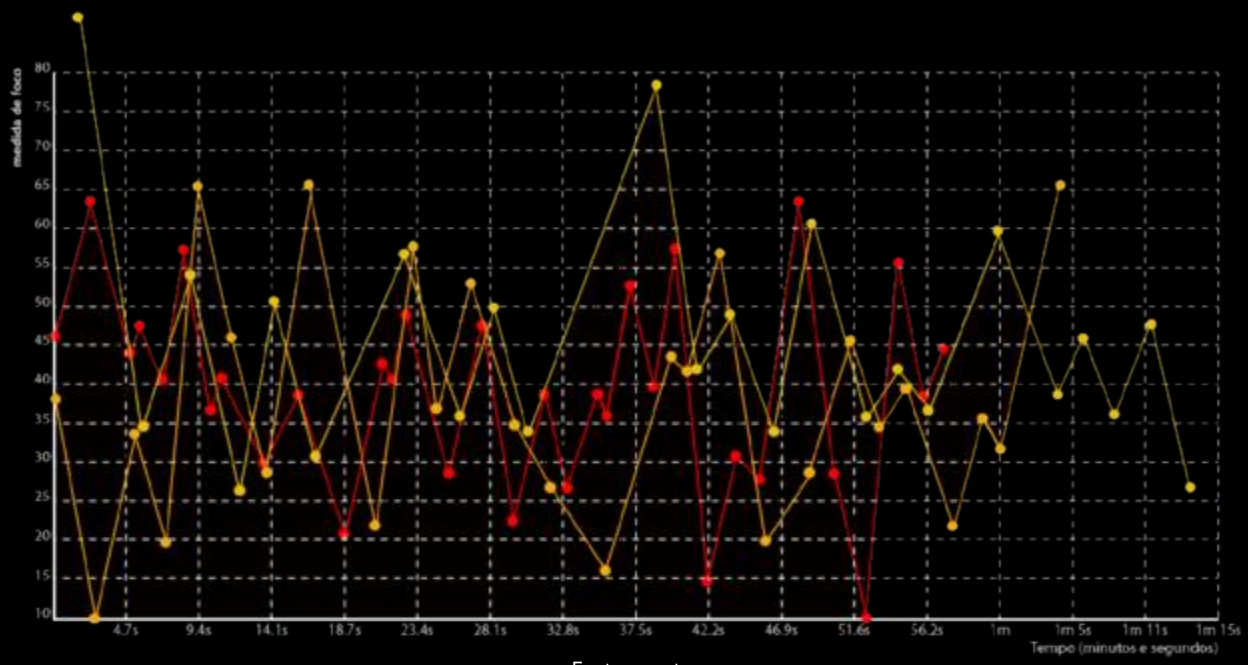
Fonte: o autor.

Tabela 38 - Picos de foco (PF) e percursos de pessoas (PP) nas cavidades das galerias sem e com obra.

Total de picos de foco (PF) e percursos de pessoas (PP) nas cavidades das galerias				
Galerias	PF (sem obras)	PF (com obras)	PP (sem obras)	PP (com obras)
GSU	5	4	6	2
GSDS	20	16	7	8
GSDA	6	3	16	7
Total	**31**	**23**	**29**	**17**

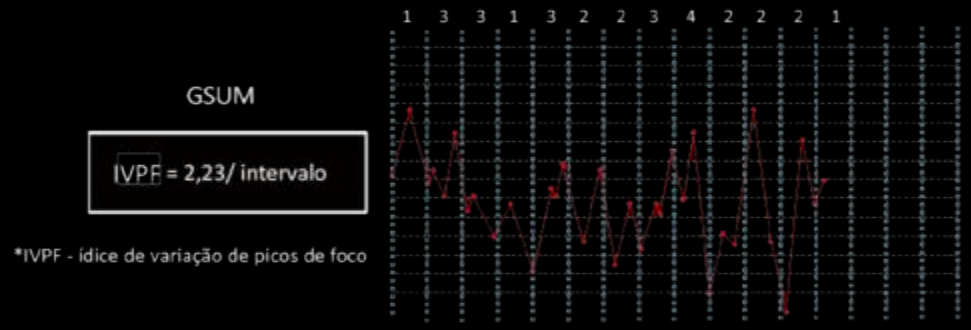
Fonte: o autor.

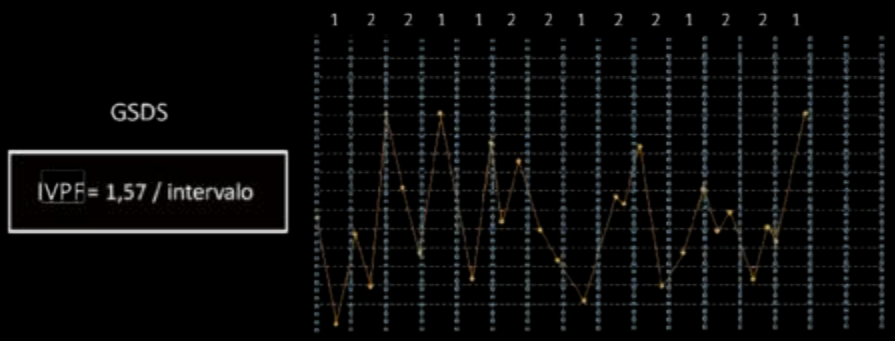
Gráfico 38 - Variações de picos de foco (com linhas simplificadas) de um visitante nas galerias GSUM, GSDSM e GSDAM com obras.

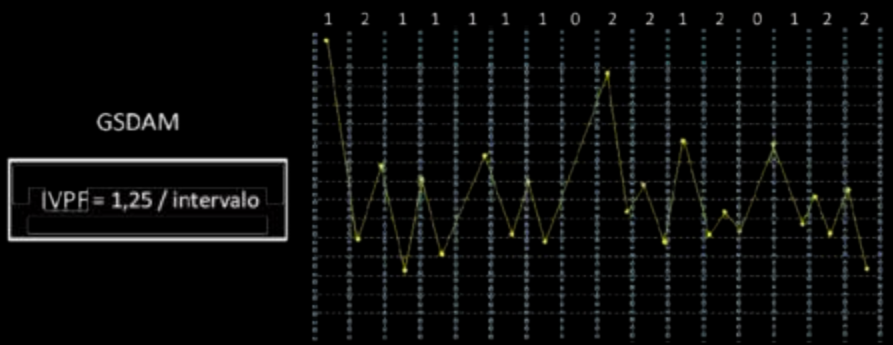


Fonte: o autor.

Figura 372: Análise de variações de picos nas galerias GSUM, GSDSM e GSDAM com obras.







Fonte: o autor.

Tabela 39 - Índice de variação de picos de foco (IVPF) por tipo de galeria.

Índice de Variação de Picos de Foco (IVPF) nas Galerias Navegadas				
Disposição	**Voluntários**	**GSUM**	**GSDSM**	**GSDAM**
Galerias sem obras de arte	V1	1,31	1,84	2,44
	V2	2,23	1,57	1,25
	V3	1,67	3,33	2,83
	V4	2,21	2,06	1,33
	V5	2,23	1,53	1,56
Médias (galerias sem obras de arte)		1,93	2,07	1,88
Galerias com obras de arte	V6	1,69	2	2,9
	V7	1,44	2,75	3,28
	V8	1,87	2	2
	V9	1,43	3,42	3,67
	V10	3,2	2,25	1,375
Médias (galerias c/ obras de arte)		1,93	2,48	2,65

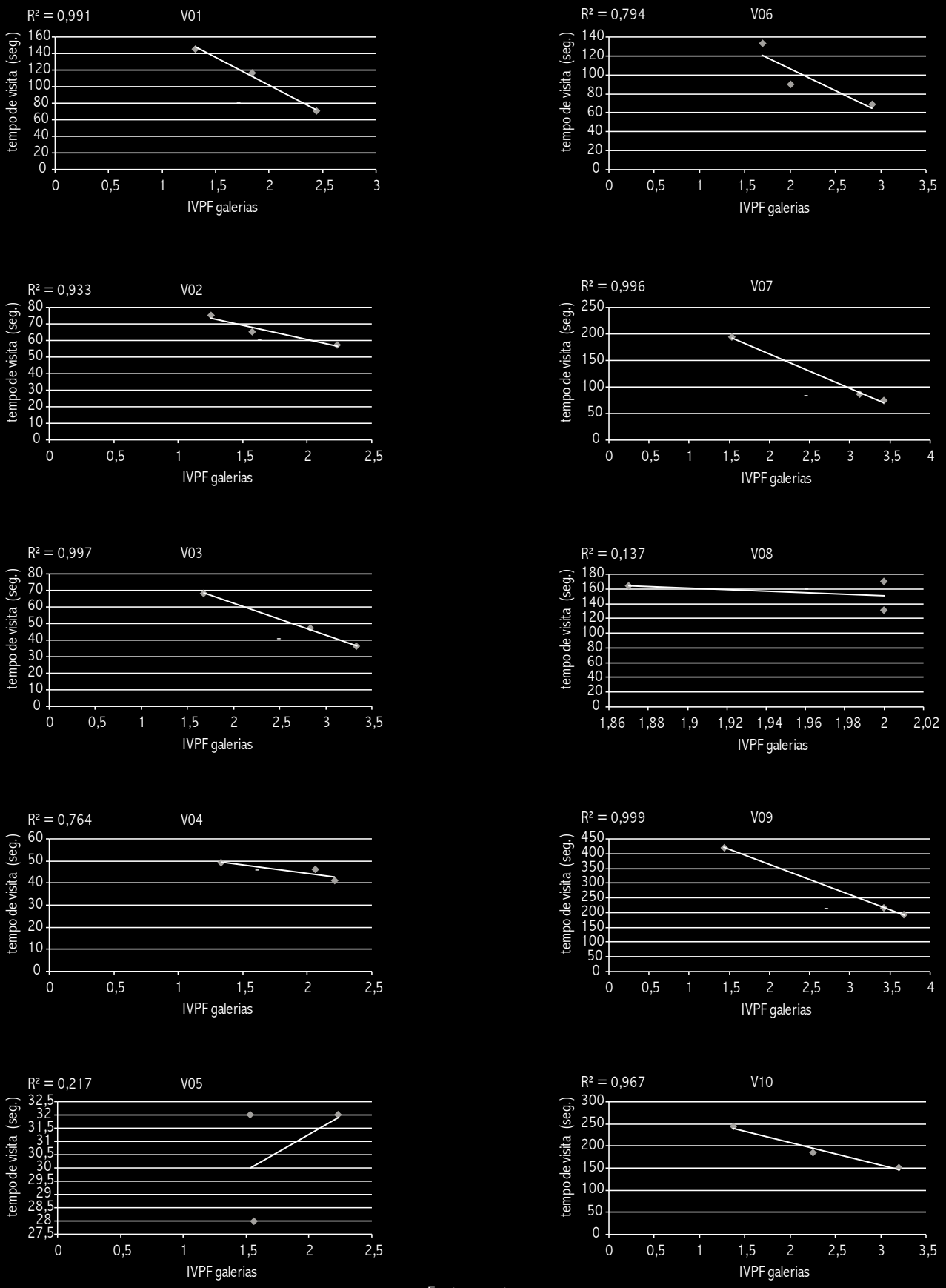
Fonte: o autor.

Tabela 40 - Relação entre IVPF e tempo de navegação nas galerias.

Relação entre IVPF e tempo de navegação nas galerias				
Galerias		**Voluntários**	**IVPF**	**Tempo de visitação de voluntários** (segundos)
GSUM	Sem obras de arte	V01	1,31	145
		V02	2,23	57
		V03	1,67	68
		V04	2,21	41
		V05	2,23	32
	Com obras de arte	V06	1,69	133
		V07	1,44	193
		V08	1,87	164
		V09	1,43	420
		V10	3,2	150
GSDSM	Sem obras de arte	V01	1,84	116
		V02	1,57	65
		V03	3,33	36
		V04	2,06	46
		V05	1,53	32
	Com obras de arte	V06	2	90
		V07	2,75	86
		V08	2	170
		V09	3,42	216
		V10	2,25	184
GSDAM	Sem obras de arte	V01	2,44	70
		V02	1,25	75
		V03	2,83	47
		V04	1,33	49
		V05	1,56	28
	Com obras de arte	V06	2,9	69
		V07	3,28	74
		V08	2	131
		V09	3,67	193
		V10	1,375	244

Fonte: o autor.

Gráfico 39 - Correlação entre o Índice de Variação por Pico de Foco (IVPF) de cada voluntário e o tempo de visitação nas três galerias visitadas.



Fonte: o autor.

5.4.5.3 Os experimentos x análise sintática

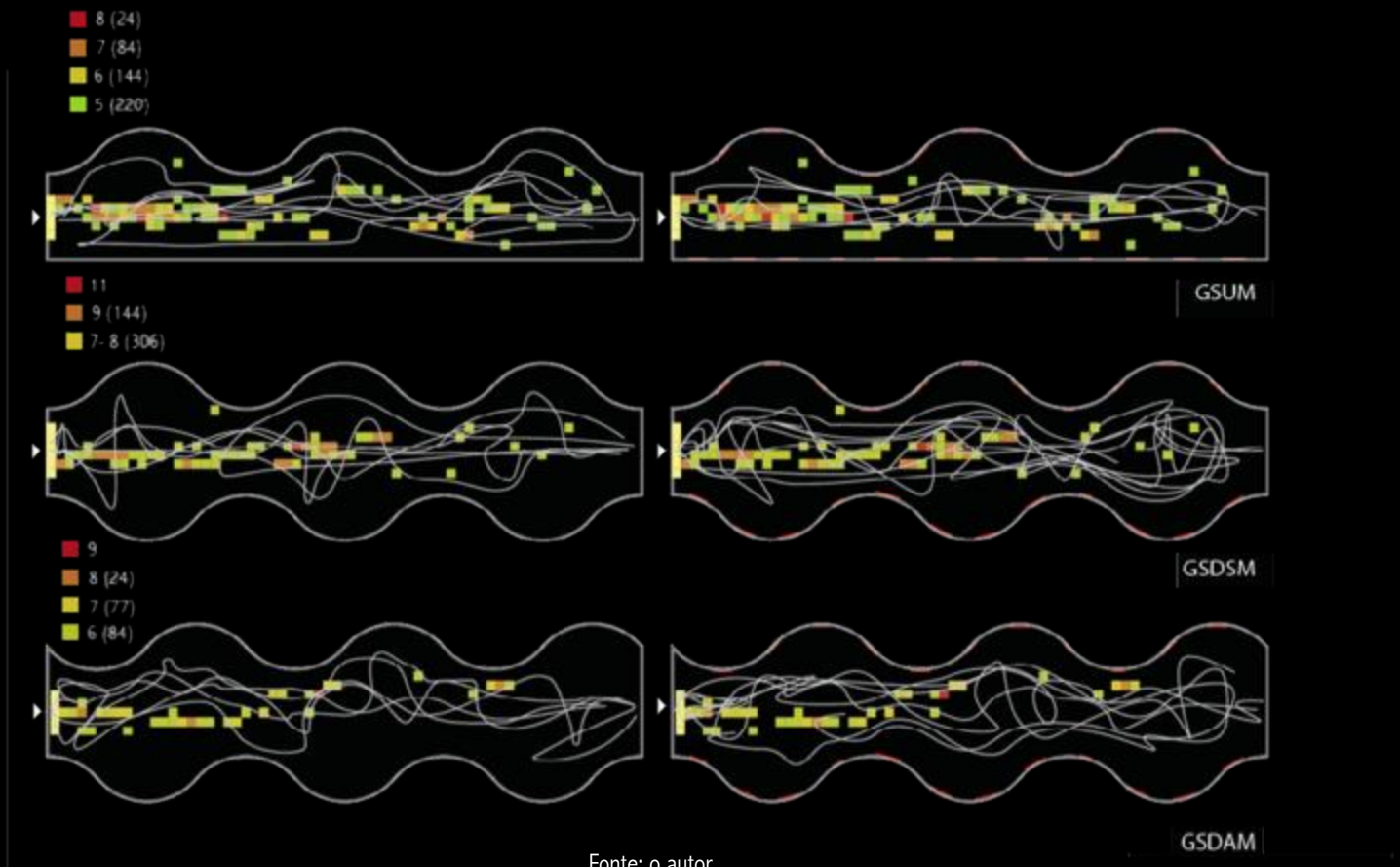
Quanto às comparações entre os percursos dos visitantes e os de agentes autômatos, os resultados foram discutidos em detalhes na subseção 5.4.6.1. Ao retomarmos os agentes aqui, o interesse reside especificamente em identificar se houve uma coincidência entre percursos dos visitantes e os picos de foco (PFs) durante a navegação virtual e os portões mais densos conforme apresentado na seção 5.3 (análise sintática das variações).

Abordando os percursos, primeiro foram sobrepostos em sua totalidade aos portões mais densos e, em seguida, para facilitar a análise, a mesma sobreposição foi feita isolando apenas os trechos mais densos, com maior aninhamento de percursos. Como havíamos discutido na seção 5.4.6.1, os percursos de visitantes, em seu todo, concentram-se na galeria principal, o que se confirma quando consideramos apenas o nós mais densos aqui representados. De acordo com essas sobreposições, nota-se que nem sempre os locais por onde mais pessoas passaram coincidiram com os portões por onde passaram mais autômatos, assim como a presença ou não de obras de arte não parece ter afetado a relação dos percursos com a localização dos portões (ver Figuras 373 e 374).

Contudo, é valido observar que esse comportamento tem nuances distintas conforme a geometria das galerias. Nas galerias com deformação senoide única, a maioria dos *clusters* de percursos ou incluiu algum portão mais denso (representados nas cores laranja e vermelho) ou ocorreu muito próximo a estes. Nos leiautes com barreiras senoides duplas simétricas e assimétricas, a coincidência entre *clusters* e portões mais densos parece ter enfraquecido, com alguns dos primeiros ocorrendo em trechos fora daqueles ocupados pelos segundos. É possível que isso tenha ocorrido porque na GSU a quantidade de portões mais densos é maior do que nas demais galerias (sobretudo em relação à GSDA), o que também amplia as possibilidades de coincidências de localizações.

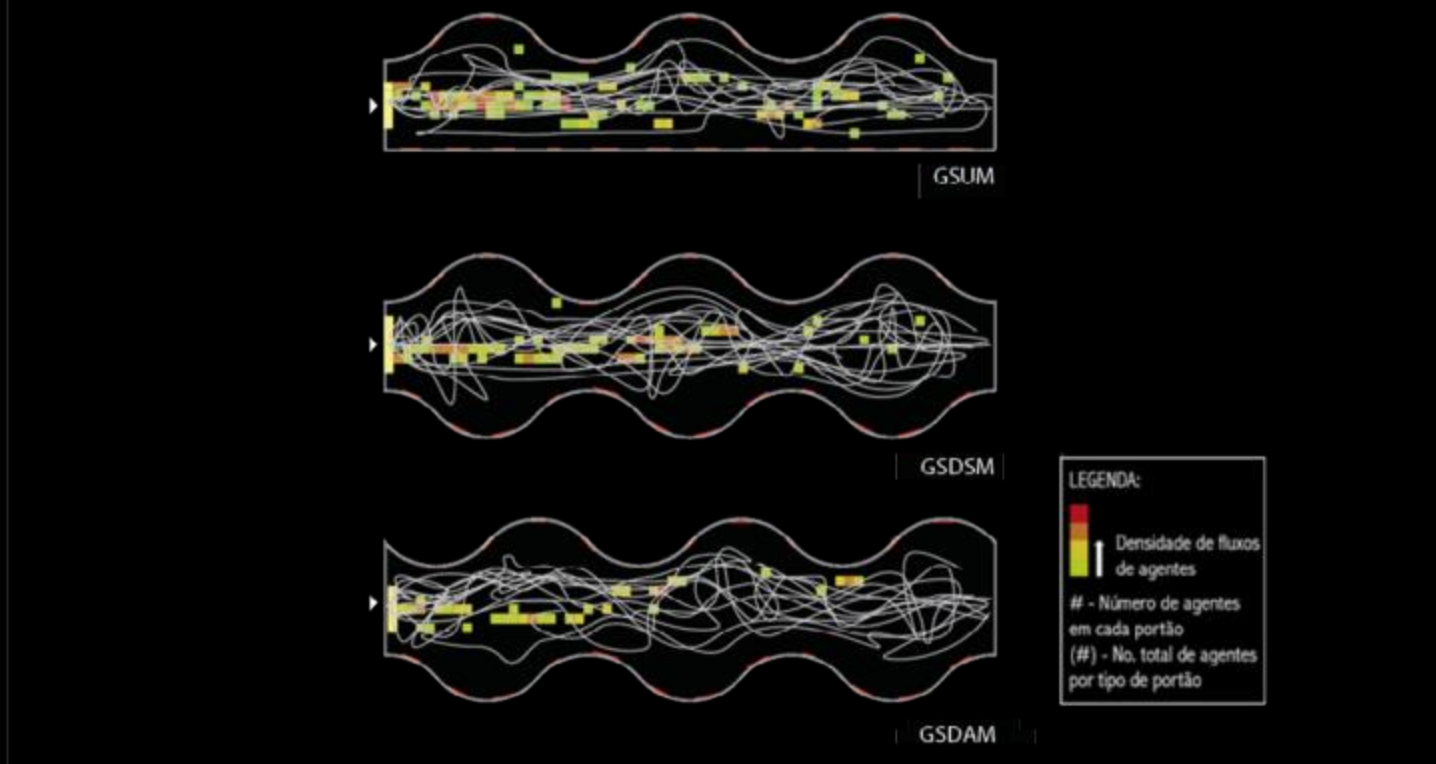
A sobreposição dos percursos, simultaneamente em leiautes sem e com obra, facilita a visualização dessas nuances, mostrando de modo mais claro que na GSDA, mesmo que houvesse mais *clusters* de percursos, só um destes incluiu um portão mais denso, outro, dois portões menos densos e o terceiro, nem incluiu nem ficou próximo a nenhum portão mapeado. Na GSU e na GSDS, os *clusters* ocorreram em trechos que incluíam ou eram adjacentes a portões mais densos. Outro aspecto é que, na GSDA, um dos *clusters* ocupa uma das cavidades, onde não há portões densos, enquanto nas demais galerias, eles concentram-se na galeria principal. Talvez o maior desalinhamento entre os percursos de visitantes e portões mais densos na GSDA justifique-se pela visibilidade dos nichos ser mais prejudicada. Testes com isovistas no centro da galeria e no eixo de uma das senoide revelaram que, por uma pequena diferença, houve mais áreas descobertas na GSDA. Por último, isovistas nos *clusters*, para observar, sobretudo, a influência da presença de obras de arte nos locais por onde passaram mais visitantes, revelaram uma tendência de campos visuais alcançarem mais as cavidades quando os leiautes dispunham de obras, condição representada por áreas de isovistas cobrindo maiores porções desses nichos (ver Figuras 375 a 381).

Figura 373: Sobreposição de percursos de visitantes aos portões com maior fluxo de agentes em galerias sem obras (esq.) e com obras (dir.).



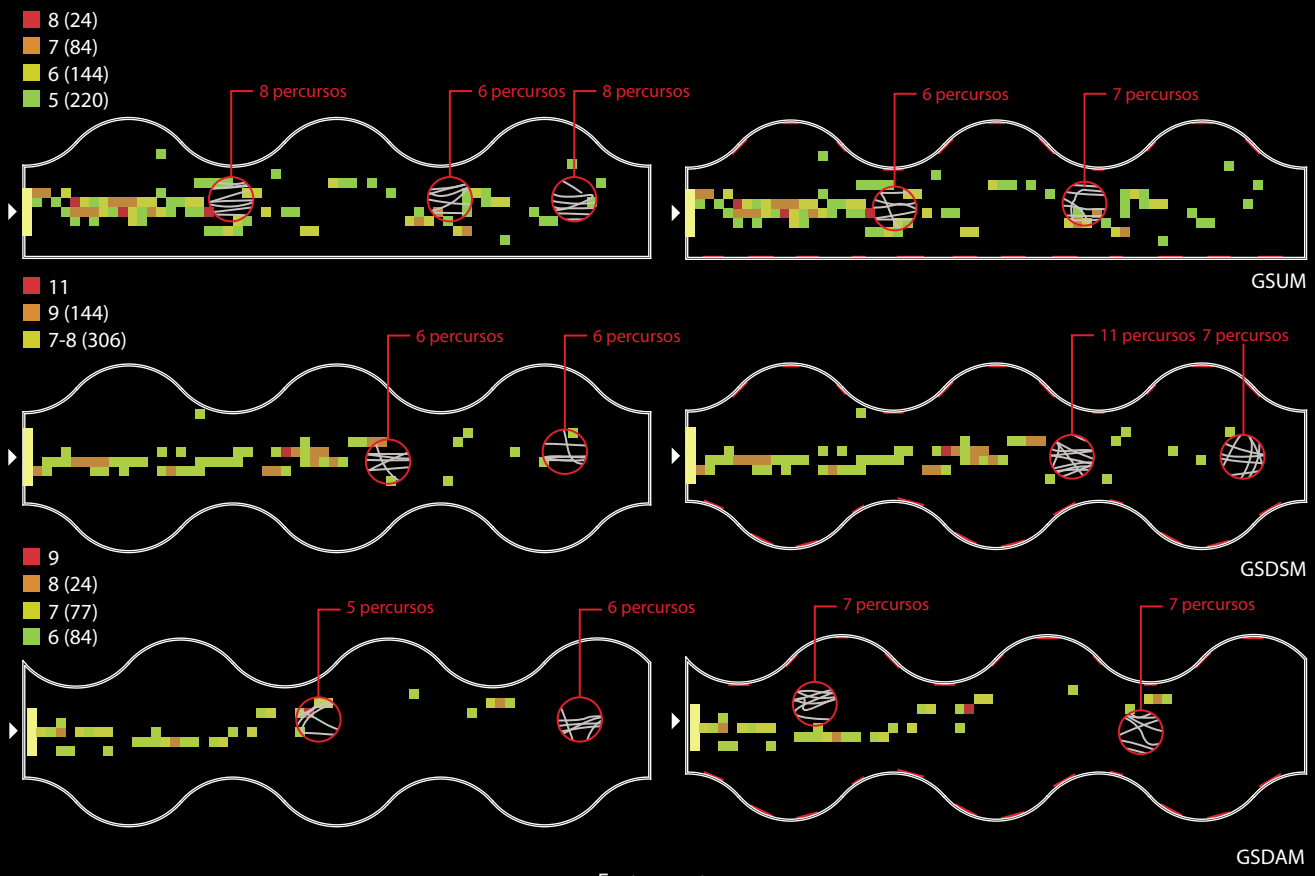
Fonte: o autor.

Figura 374: Sobreposição percursos de visitantes aos portões com maior fluxo de agentes simultaneamente em galerias sem e com obras.



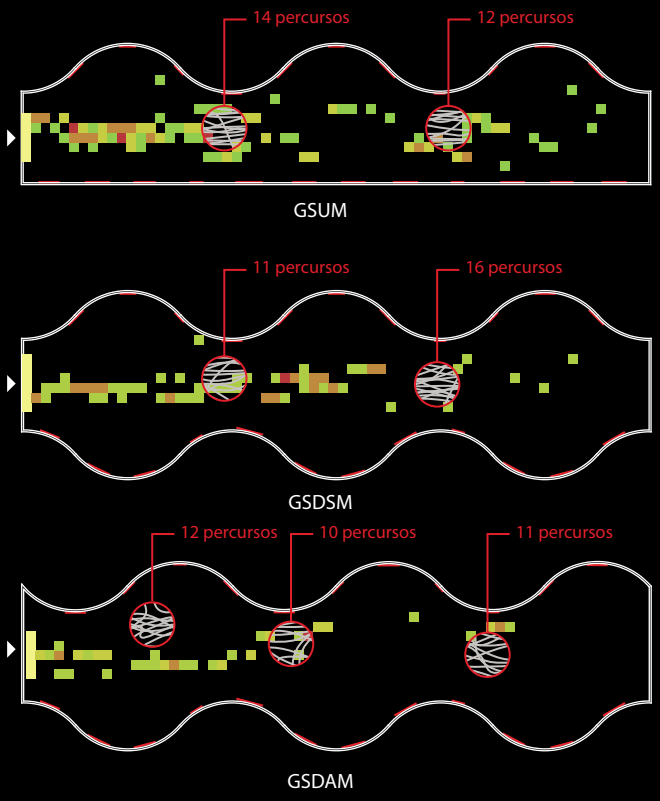
Fonte: o autor.

Figura 375: Sobreposição de trechos com mais percursos de visitantes aos portões com maior fluxo de agentes em galerias sem obras (erq.) e com obras (dir.).



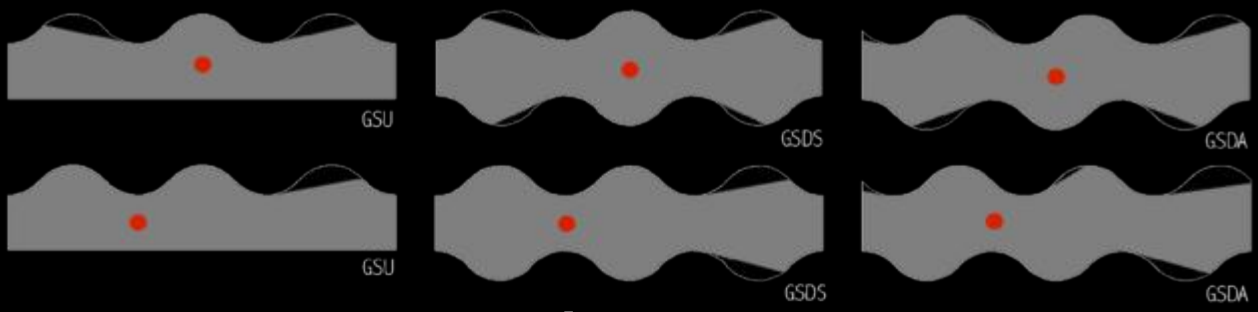
Fonte: o autor.

Figura 376: Sobreposição de trechos com mais percursos de visitantes aos portões com maior fluxo de agentes simultaneamente em galerias sem e com obras (dir.).



Fonte: o autor.

Figura 377: Testes com isovistas ao centro das galerias e em um eixo de senoide.



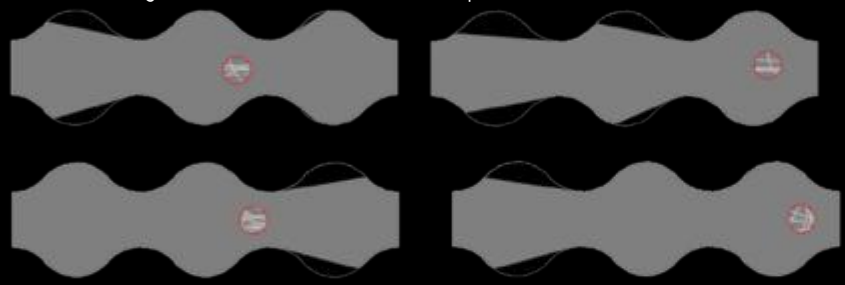
Fonte: o autor.

Figura 378: Isovistas nos clusters de percursos mais densos nas GSU sem obra (acima) e com obra (abaixo).



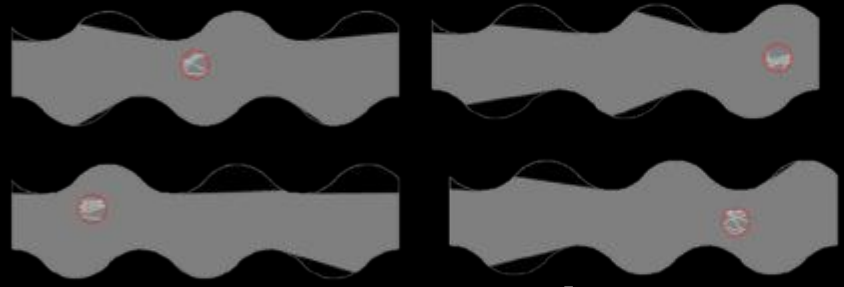
Fonte: o autor.

Figura 379: Isovistas nos clusters de percursos mais densos nas GSDS sem obra (acima) e com obra (abaixo).



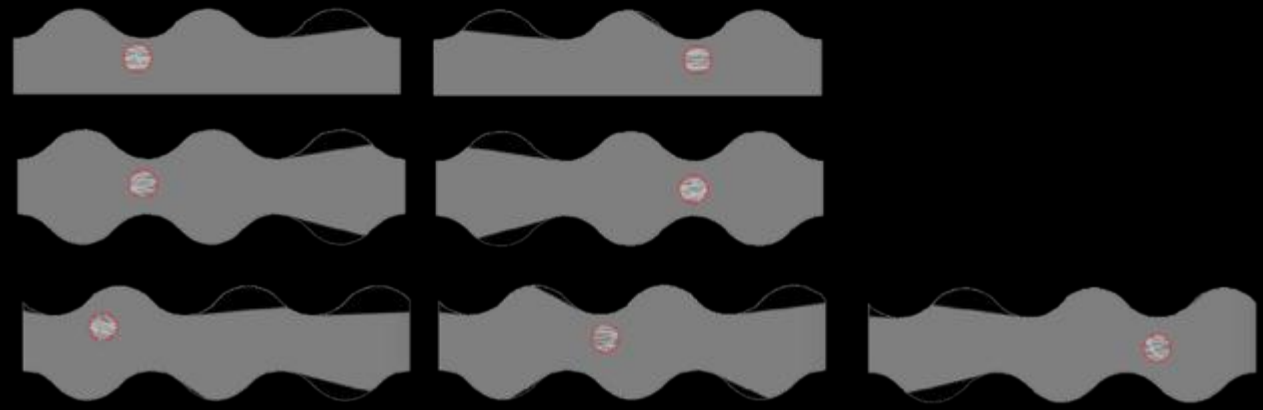
Fonte: o autor.

Figura 380: Isovistas nos clusters de percursos mais densos nas GSDA sem obra (acima) e com obra (abaixo).



Fonte: o autor.

Figura 381: Isovistas nos clusters de percursos mais densos nas galerias sobrepostas sem obra e com obra simultaneamente.



Fonte: o autor.

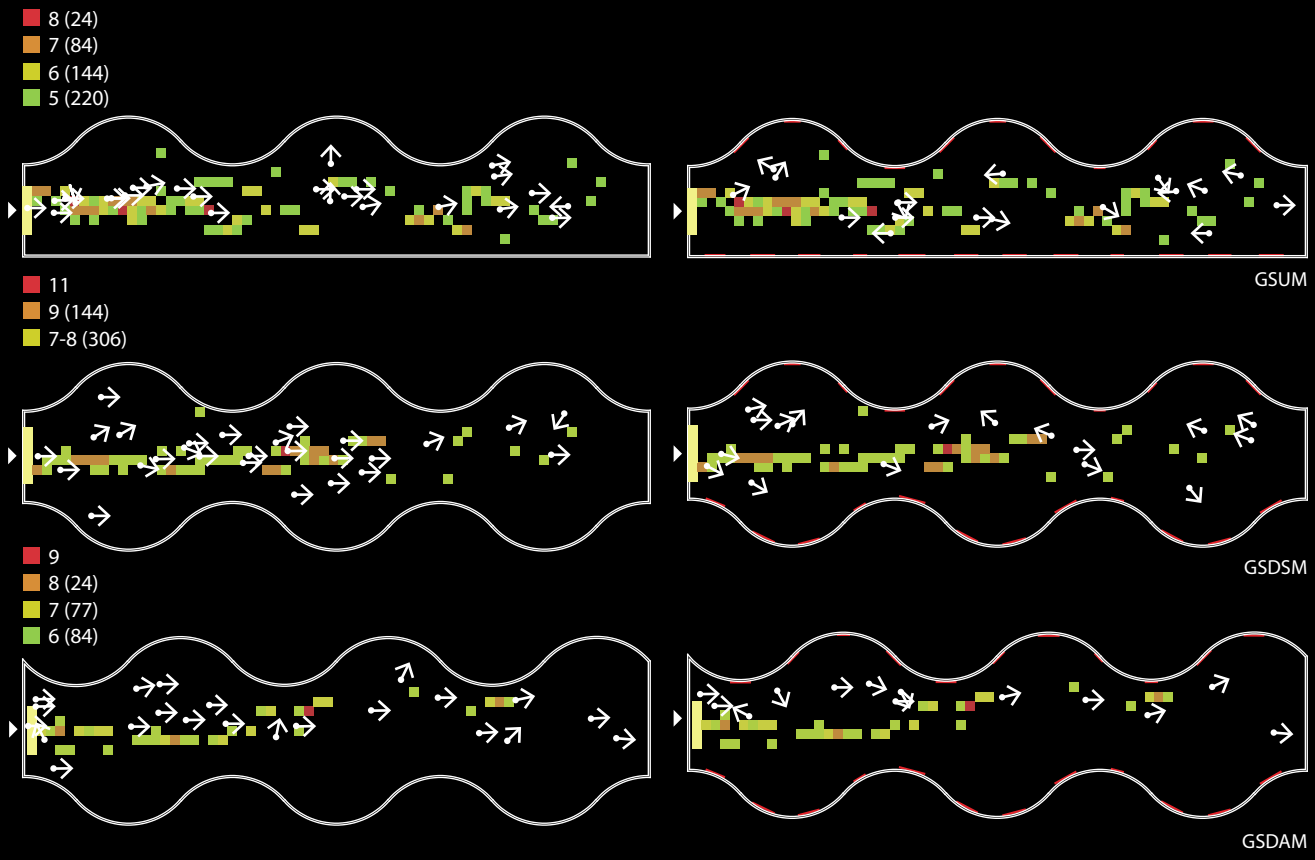
Investigando a relação entre o mapeamento dos PFs mais altos (valores entre 51 e 100) e os portões mais densos conforme a análise de agentes, percebe-se que há, em geral, uma semelhança em relação ao comportamento dos percursos, com uma maior coincidência na localização de portões e picos na GSU do que na GSDA, o que faz sentido se considerarmos que as respostas de foco dos visitantes ocorreram ao longo das rotas por estes percorridas.

Contudo, um aspecto chama a atenção em particular: parece haver uma diferença significativa entre a distribuição dos PFs nas galerias sem obras e nas com obras de arte em relação ao posicionamento dos portões. Enquanto nas primeiras os PFs coincidem mais com os nós do mapa de portões (sobrepondo-se ou se apresentando imediatamente adjacentes aos mesmos), nas galerias com obras, os picos são mais dispersos. Computando-se a quantidade de PFs (indicados aqui com o montante em cada leiaute) sobrepostos a portões, respectivamente nas galerias sem e com obras, tem-se: GSU – 26 PFs (11) e 17 PFs (4); GSDS – 27 PFs (6) e 17 PFs (2); GSDA – 22 PFs (4) e 13 PFs (nenhuma sobreposição). Essa contagem mostra que, independente da geometria (GSU, GDS ou GSDA), houve mais sobreposições de PFs a portões nas galerias sem obras de arte, o que ratifica o fato desse tipo de leiaute ter sido também aquele que registrou as maiores médias gerais de foco, assim como, dentre as galerias, a GSU, que aqui apareceu com a maior quantidade de sobreposições, também apresentou a maiores média gerais de foco (ver Figuras 382 e 383).

A partir destes resultados,pode-se dizer que, nas galerias sem obras, houve uma maior manifestação de PFs em locais com maior fluxo de agentes e, inversamente, naquelas com obras dispostas, talvez justamente por estes elementos demandarem mais esforço informacional dos visitantes, a espacialização dos PFs - sem esquecer a influência da cognição e memória de cada indivíduo -mostrou-se mais afetada por estas peças. É preciso lembrar, todavia, que, mesmo que as respostas de foco tenham ocorrido ao longo das rotas, o PF pode ter sido registrado durante um giro de cabeça (para ver uma obra, por exemplo), que não necessariamente aconteceu com o corpo em movimento. Na seção anterior vimos que os percursos nas galerias com obras eram mais aninhados e concentrados na galeria principal do que nos arranjos sem obra, que, por falta de um ponto de orientação, pareciam guiados pela geometria. Nos leiautes com obras, onde muitas podiam ser vistas da galeria principal, é possível que o olhar do visitante, vagueando rumo a várias obras (e nichos) simultaneamente, tenha levado a uma diminuição da sua resposta de foco.

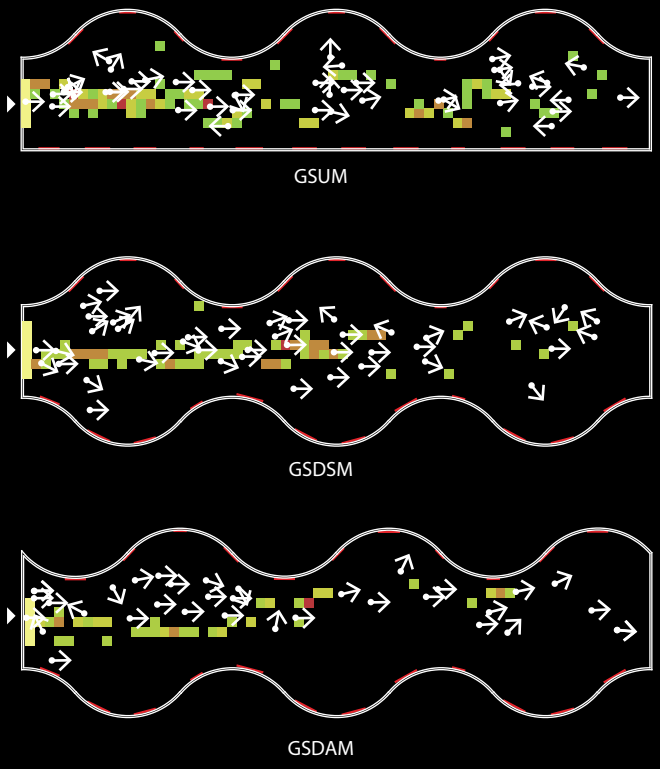
Endereçando a visibilidade,representaram-se isovistas a partir do PF de maior valor (73 a 91) em cada galeria, que ocorreram, na maioria, próximo ao acesso. Se posições com maior integração visual implicam de onde se pode ver os demais espaços de uma única vista (HILLIER, 2003, p. 06.7), conclui-se que os PFs não necessariamente aconteceram onde os visitantes tinham uma visão mais ampla do espaço, como exemplificam o PF mais alto (91), na GSDA sem obras, que enfocou a abertura ao exterior, e, no sentido inverso, o PF mais baixo (55) na GSU com obras, voltou-se a uma sequência de obras (ver Figuras 384 a 390).

Figura 382: Mapeamento de picos de foco (valores 51-100) nas galerias sem obras de arte (erq.) e com obras de arte (dir.) e portões mais densos.



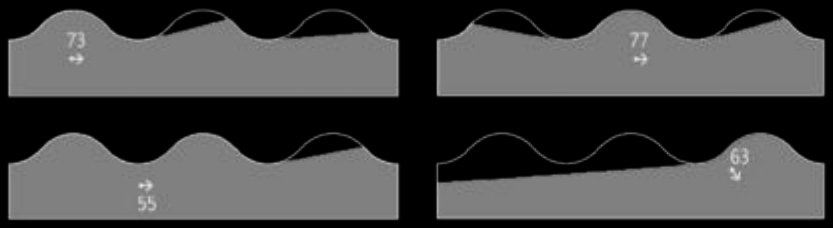
Fonte: o autor.

Figura 383: Sobreposição dos mapeamento de picos de foco (valores 51-100) nas galerias com e sem obras de arte e portões mais densos.



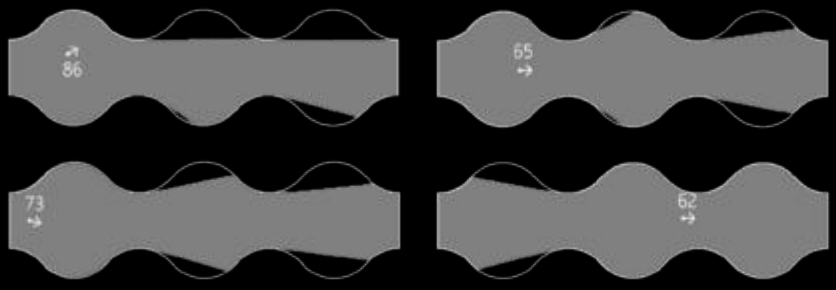
Fonte: o autor.

Figura 384: Isovistas nos picos de foco mais altos nas GSU sem obra (acima) e com obra (abaixo).



Fonte: o autor.

Figura 385: Isovistas nos picos de foco mais altos nas GSDS sem obra (acima) e com obra (abaixo).



Fonte: o autor.

Figura 386: Isovistas nos picos de foco mais altos nas GSDA sem obra (acima) e com obra (abaixo).

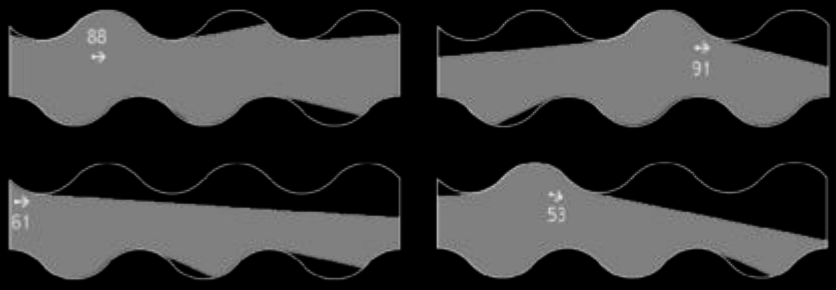
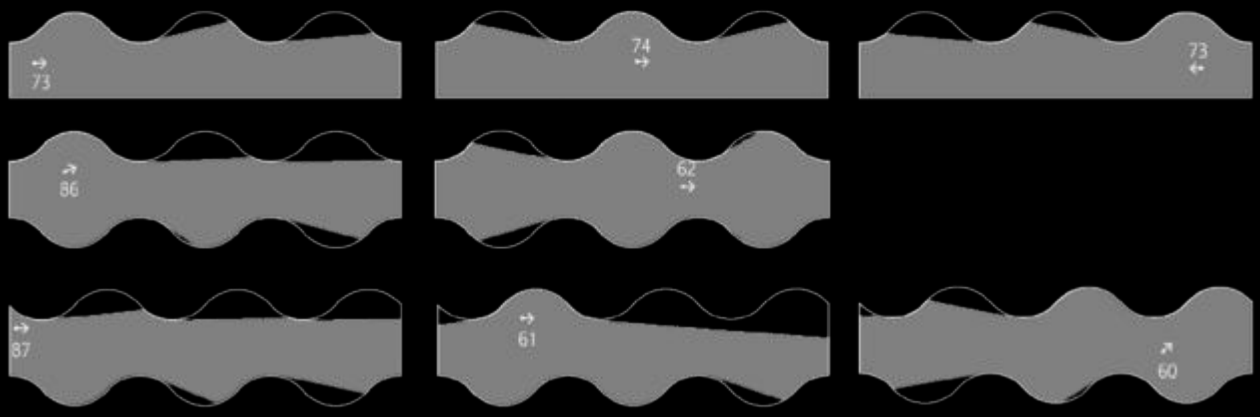


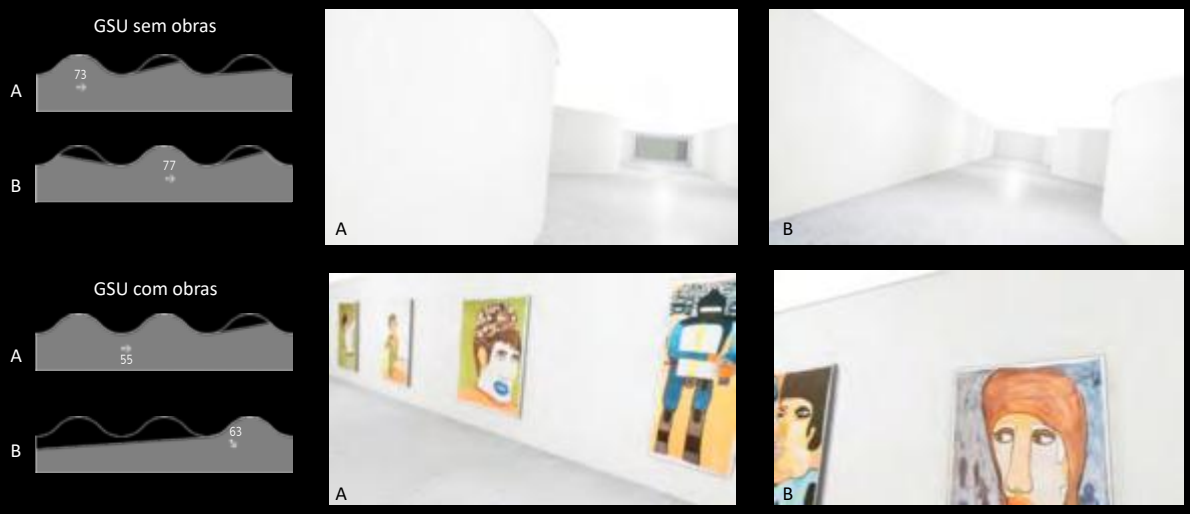
Figura 387: Isovistas nos picos de foco mais altos nas galerias sobrepostas sem obra e com obra simultaneamente.

Fonte: o autor.



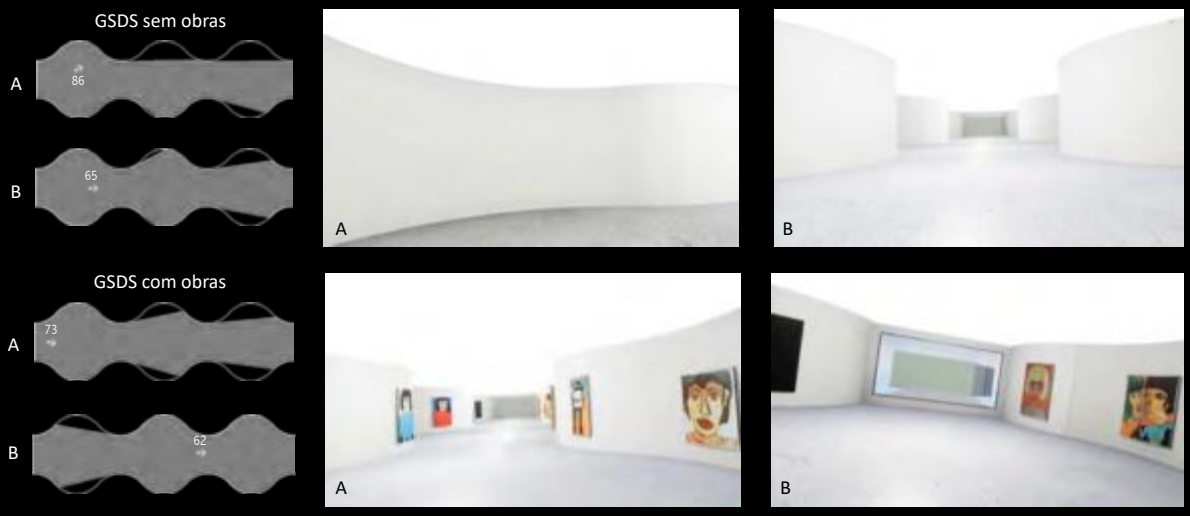
Fonte: o autor.

Figura 388: Visadas dos voluntários nos picos de foco mais altos nas GSU sem obras (acima) e com obras (abaixo).



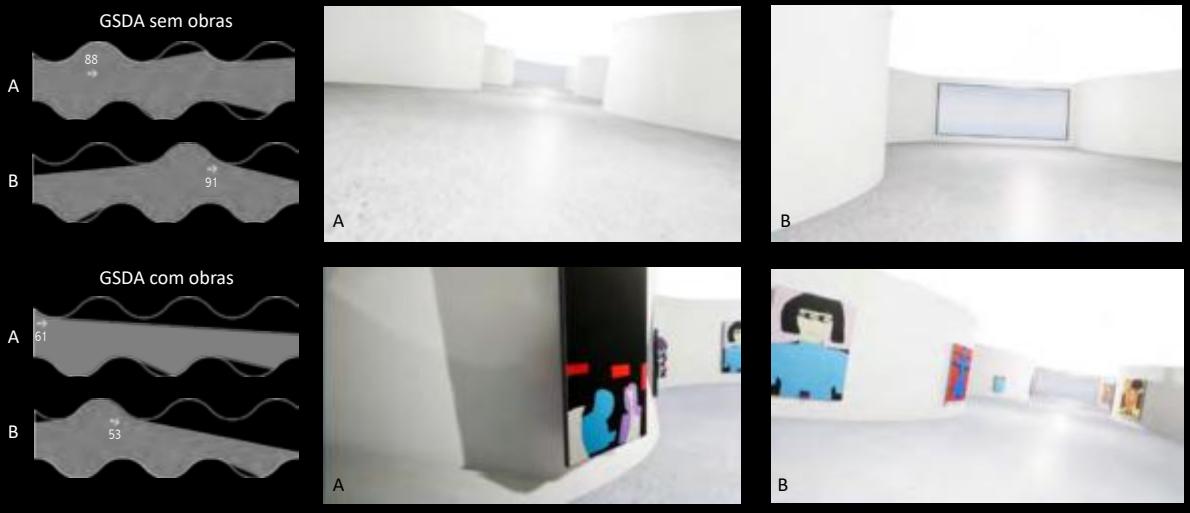
Fonte: o autor.

Figura 389: Visadas dos voluntários nos picos de foco mais altos nas GSDS sem obra (acima) e com obra (abaixo).



Fonte: o autor.

Figura 390: Visadas dos voluntários nos picos de foco mais altos nas GSDA sem obra (acima) e com obra (abaixo).



Fonte: o autor.

Prosseguindo com a análise de visibilidade, foi feita uma sobreposição dos PFs mais altos (51-100) e das visadas nesses locais (ver Figuras 391 e 392) com as áreas de maior integração visual, de acordo com as análises previamente discutidas na subseção 5.3.3. Observando as galerias como um todo, é fácil perceber que a maioria dos PFs que coincidiram com as áreas mais integradas ocorreram na GSDS sem obras de arte, com 11 (41%) de seus 27 PFs sobrepostos aos nós mais integrados. No mesmo leiaute acrescido de obras, esse percentual reduziu quase a metade (23,5%). Nas GSUs, sem e com obras, nenhum PF ocorreu nas áreas mais integradas e nas GSDAs, sem e com obra, os percentuais foram menores do que na GSDS (23% e 7,5%, respectivamente). Portanto, em todos os casos, a sobreposição entre PFs e nós mais integrados diminuiu quando havia obras de artes nas galerias, o que é consistente com a análise de percursos e portões discutida há pouco.

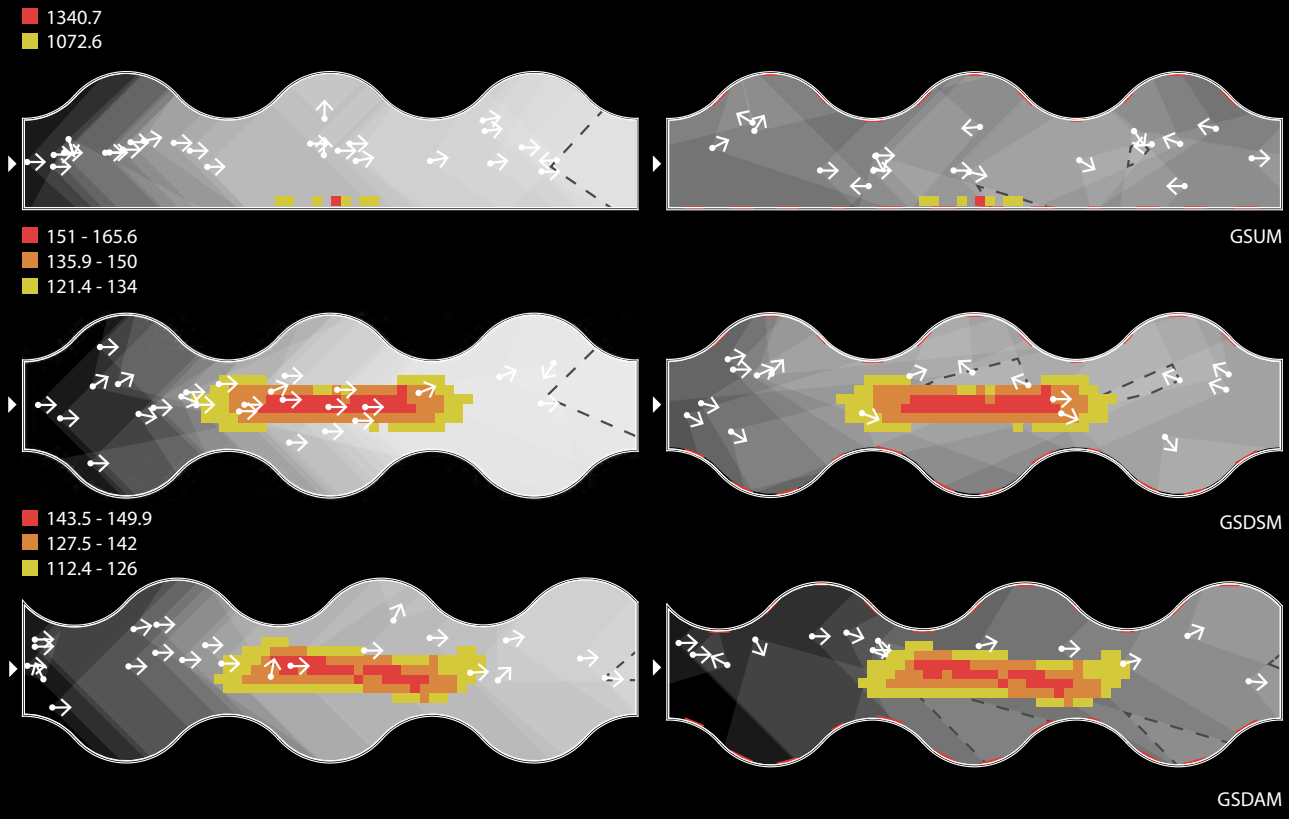
O outro elemento representado nessas sobreposições são as visadas dos visitantes (a 90°, partindo dos PFs), com tons mais claros indicando as áreas para as quais os visitantes mais olharam quando sua resposta cognitiva de foco foi mais alta (indicadas também por polígonos tracejados). Sobrepondo os leiautes sem e com obra simultaneamente, na GSDS identifica-se uma relação mais forte entre essas áreas e os trechos de maior integração visual, e, no geral, pelo menos uma das áreas mais vislumbradas pelos visitantes (ou um trecho destas) coincide com a disposição dos nós de integração visual.

Sobre as relações do comportamento da atenção focal com a conectividade visual e a integração visual (HH), foram calculadas correlações para cada galeria navegada (sem e com obra), envolvendo os valores do PF mais alto de cada voluntário e o valor de integração visual ou grau de conectividade visual no local desses picos. Aqui incluímos apenas uma amostragem de uma galeria para cada medida sintática (Gráficos 40 e 41).

Foram observados um total de 30 gráficos de dispersão para cada uma das medidas. Quanto à integração visual nas galerias, respectivamente, sem e com obras, as correlações distribuíram-se da seguinte forma, segundo a mesma escala de significância utilizada em análises prévias: inexistente (73% e 53%); $R2 \leq 0,20$ ou insignificante (13,5% e 33%); R2 entre 0,21 e 0,39 ou leve (13,5% e 7%); e apenas um caso de correlação moderada ($0,40 \leq R2 \leq 0,69$), que ocorreu na GSDA. Quanto ao grau de conectividade visual, os valores resultantes foram: inexistente (67% e 46,5%); $R2 \leq 0,20$ ou insignificante (26% e 33,5%); R2 entre 0,21 e 0,39 ou leve (7% e 6,5%); com dois casos de correlação moderada ($0,40 \leq R2 \leq 0,69$), ambos nas GSDAs sem e com obra (Tabela 41).

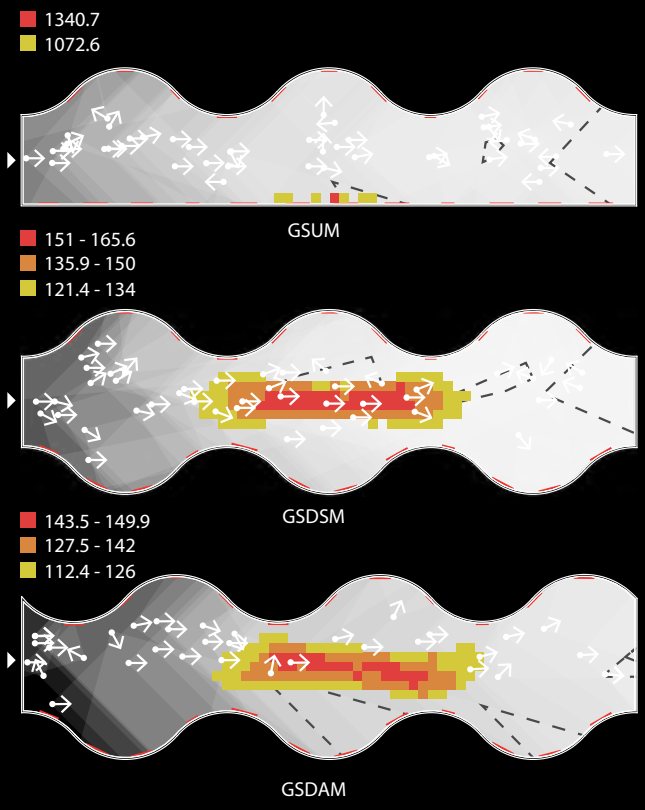
Em geral, percebe-se que predominou a ausência de correlação, com pouquíssimos casos atípicos de R2 moderada (3 no total), o que indica que não há uma relação entre os valores de picos de foco e os valores de integração visual nesses locais, confirmando o que havíamos observado como mais recorrente nas sobreposições com mapas VGAs e com as isovistas onde esses picos ocorreram. Situação semelhante acontece com o grau de conectividade visual, que, mesmo com um leve aumento nos valores de R2, a de correlação foi recorrente em 67% dos casos.

Figura 391: Sobreposição de picos de foco (51-100) com visadas a 90 graus a áreas com maiores valores de integração visual em galerias sem (esq.) e com obras (dir.).



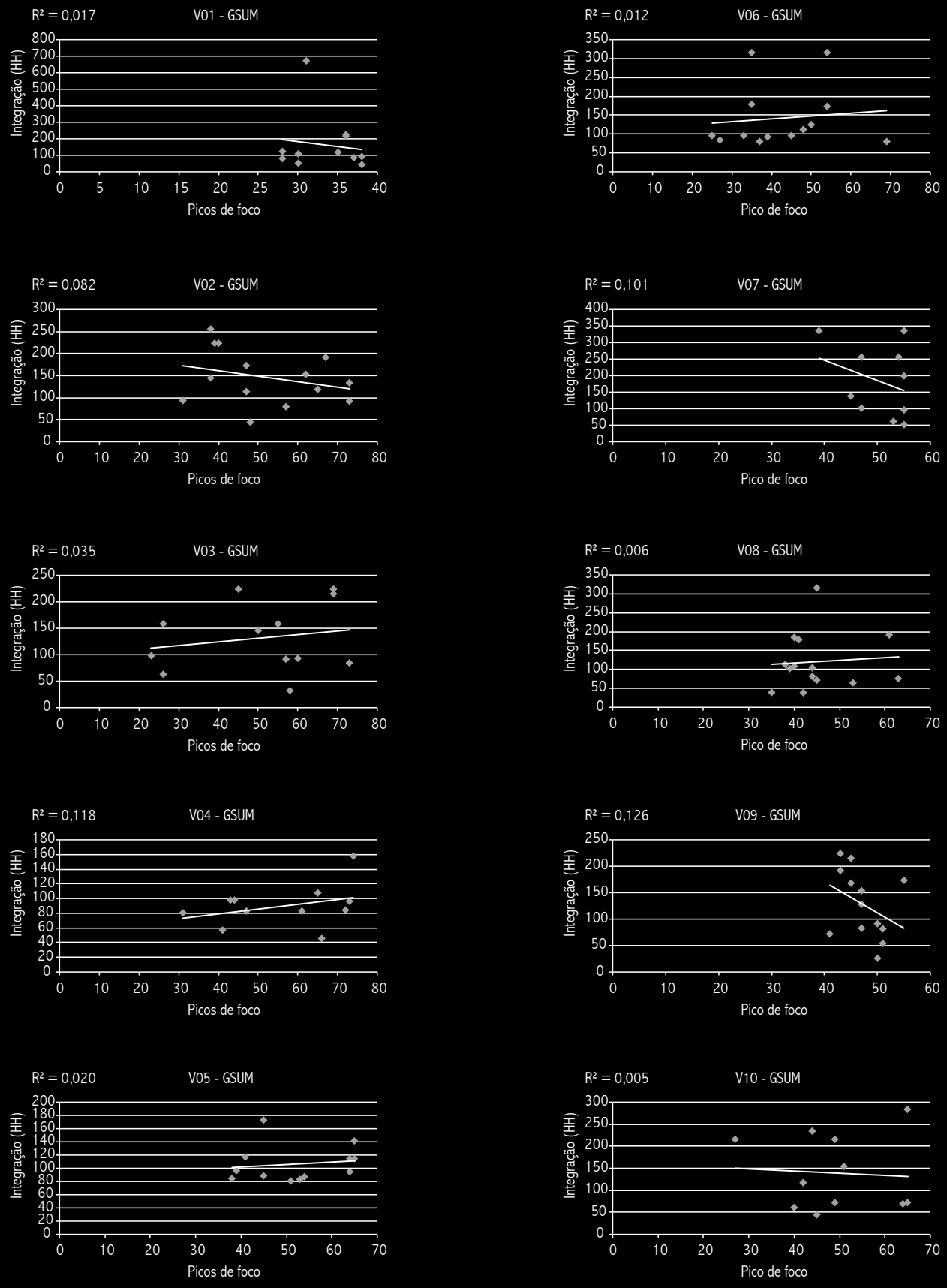
Fonte: o autor.

Figura 392: Sobreposição de picos de foco (51-100) com visadas a 90 graus a áreas com maiores valores de integração visual, simultaneamente em galerias sem e com obras.



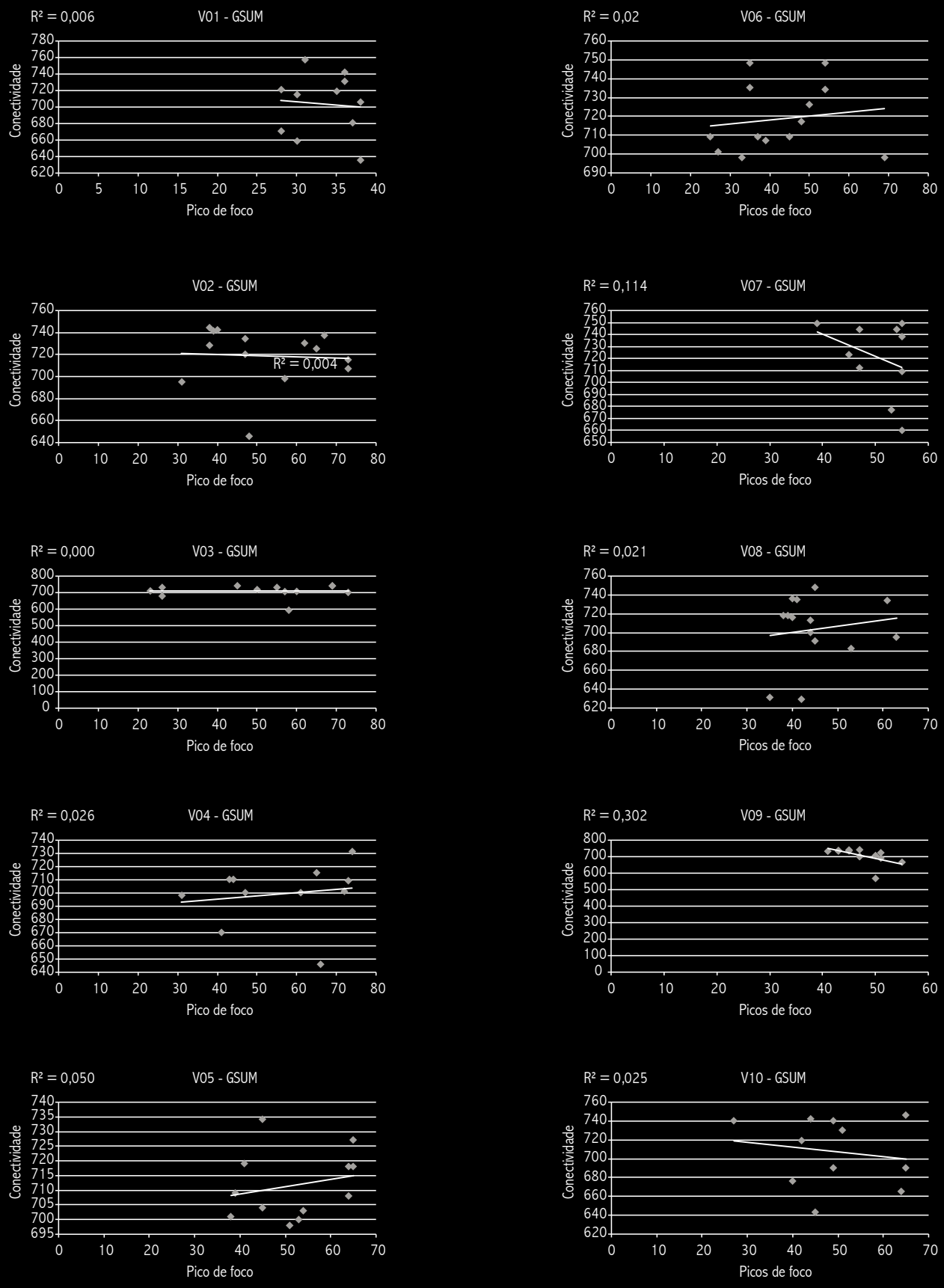
Fonte: o autor.

Gráfico 40 - Correlação (R2) entre picos de foco mais altos de cada voluntário e os valores de integração visual (HH) nos locais destes picos na GSUM



Fonte: o autor.

Gráfico 41 - Correlação (R2) entre picos de foco mais altos de cada voluntário e os valores de conectividade (C) nos locais destes picos na GSUM



Fonte: o autor.

Tabela 41 - Análise correlação (R2) entre Picos de Foco, Integração e Conectividade Visual em galerias sem e com obras.

Grau de significância da correlação (R2)	**Picos de Foco x Integração Visual** (HH)		**Picos de Foco x Conectividade Visual**	
	Galerias sem obras	Galerias com obras	Galerias sem obras	Galerias com obras
Inexistente (R2=0,0)	73%	53%	67%	46,5%
Insignificante (R2≤0,2)	13,5%	33%	26%	33,5%
Leve (0,21≤R2≤0,39)	13,5%	7%	7%	6,5%
Moderado (0,40≤R2≤0,69)	-	7%	-	13,5%

Fonte: o autor.

Como vimos na seção 5.3, a integração visual afere o número de campos de visão que temos de levar em consideração para ver todo o sistema (HILLIER, 2003, p. 06.2). Nas variações de GPs criadas, os campos dos quais é possível ver todo o sistema se localizam na galeria principal, assim como, em geral, os campos visuais parecem ser bastante afetados pelo tipo de deformação das barreiras limítrofes nos arranjos. Se estes podem ser considerados aspectos morfológicos positivos para uma maior facilidade de navegação e sociabilidade (na galeria principal, sobretudo), de acordo com a análise que acabamos de apresentar, essas características não pareceram favorecer uma experiência de visitação com mais foco de atenção por parte dos visitantes. A amplitude do campo de visão não pareceu ser condição *sine qua non* para que o visitante apresentasse maiores níveis de foco nesses locais.

Neste capítulo, tivemos como objetivo destrinchar a morfologia da GP a partir de variações de leiautes hipotéticos, que, como detalhado na seção 5.2, derivaram das características espaciais dos modelos reduzidos e GPs históricas que haviam sido introduzidas no capítulo 2 e dos dois estudos de caso emblemáticos, o MCI e o MG, discutidos nos capítulos 3 e 4. Ancorando-se em duas aproximações básicas, uma norteada pelas ferramentas da SE, com destaque para a análise de agentes autômatos, e a outra apoiada na neurociência e, mais especificamente em noções e aferições relacionadas à função cognitiva da atenção, tentou-se levantar pistas que pudessem apontar em que medida as características chave do modo de organização progressivo (facilitar a relação entre disposição sequenciada de espaços e a maneira como se explora o leiaute, ser inteligível à navegação e ter um potencial enquanto espaço social, estimulando a copresença) afetavam o comportamento espacial nesses espaços.

Enquanto a primeira aproximação conduziu a resultados que levaram a um esclarecimento (e confirmação) dessas características chave, e através das variações pudemos ver que configurações contribuíam mais ou menos para isso, na segunda abordagem, após extraídos e analisados os dados dos experimentos em realidade virtual imersiva em algumas das galerias que haviam sido analisadas sintaticamente, percebeu-se que nem sempre a coexistência dessas características pode levar a uma experiência de visitação na qual visitantes respondem positivamente quanto ao foco de atenção, que enfraqueceu bastante, de uma forma geral, nos leiautes com obras de arte ou com o chamado efeito fadiga em museus, que implica em uma diminuição progressiva no interesse (em obras expostas) do visitante.

Na conclusão, que apresentaremos a seguir, retomaremos as principais descobertas resultantes das análises, procurando sintetizá-las de modo a estabelecer uma descrição espacial da GP, revelando os aspectos positivos e negativos desse tipo de configuração enquanto espaço expositivo.

CONCLUSÃO

CONCLUSÃO

Esta tese explorou a morfologia da galeria progressiva (GP), um modo de organização de espaços expositivos sedimentado no século XIX, em alternativa um esquema organizacional mais comum à época, chamado de "sala de período" (SP), que conformava um sistema de espaços interconectados, com múltiplas possibilidades de rotas. O arranjo tipo GP era marcado pela disposição sequencial de ambientes e tinha como premissa central utilizar-se da sua geometria como um meio eficaz para orientação de visitantes, de modo facilitar a navegação espacial e a leitura das narrativa expográfica.

Este tipo de organização refletia os ideais de representação racional e científica de então, definida pela especialização e classificação do conteúdo expográfico, valorizando disposições de peças organizadas de modo a refletir períodos históricos, como em fases sequenciadas rumo ao presente. Nesse contexto, a subdivisão entre conhecimento e espaço afetou a subdivisão de trabalho em novas disciplinas e profissões, como professores, bibliotecários, curadores, conservacionistas e pesquisadores com novos corpos de profissionais, jornais, sistemas educacionais e atividades acadêmicas (BENNETT, 1995; SUTTON, 2000; MARKUS, 1993).

Para aproximar-se desse objeto, foi adotada a abordagem de análise configuracional comum aos estudos no campo da sintaxe espacial (SE), segundo a qual a arquitetura é entendida como um conjunto definido por relações de interdependência entre suas partes e como estas partes são organizadas em leiautes (HILLIER; HANSON, 1984; HILLIER, 1996; HANSON, 1998). Estendendo essa abordagem aos novos desenvolvimentos na SE, foi introduzida a aplicação da neurociência no entendimento da relação sujeito-ambiente, o que inseriu o estudo na área conhecida atualmente como "projeto informado pela neurociência" (*neuroscience-informed design*), aqui relacionada à aferição da resposta humana do foco, uma medida de atenção fixa para uma tarefa específica, que afere o nível ou profundidade dessa atenção. (RADEK, 2011; GAZZANIGA; IVRY; MANGUN, 2014; MENON, 2015)

Centrando-se no papel da circulação na organização espacial da GP, no âmbito da morfologia, a tese foi articulada em torno da investigação de três aspectos principais: como seu arranjo em unidades espaciais sequenciais relacionava-se à maneira como pessoas neste se moviam e o exploravam; a facilidade de inteligibilidade do leiaute e como funcionava enquanto espaço social (TZORTZI, 2015), entendido como aquele que facilita encontros entre visitantes, encontros estes mais relacionados ao sentido de copresença do que o da interação ativa entre sujeitos (CHOI, 1997).

Com base nesses três aspectos e no intuito de questionar as críticas na literatura ao determinismo em arranjos do tipo GP, por restringirem opções de rotas e limitarem as possibilidades de exploração e encontro de visitantes(PEVSNER, 1976; PEPONIS, 1993), foi lançada a pergunta chave deste estudo: em que medida seria possível conciliar o caráter determinista da GP a uma visitação mais exploratória e menos entediante, que, simultaneamente, fortalecesse a natureza social do espaço e proporcionasse uma navegação inteligível e com boa resposta de foco atencional por parte dos visitantes?

Para endereçar essa questão, foram empregadas como estratégias principais a contextualização histórica e a análise morfológica de exemplos reais e hipotéticos de GP, além de experimentações em realidade virtual (RV) imersiva com alguns desses modelos criados. A contextualização procurou, primeiro, situar os exemplares de GP na produção de museus públicos (marcadamente nos séculos XVIII e XIX) e, posteriormente, os dois casos modernos no contexto da obra dos arquitetos que os projetaram (Le Corbuiser, o Museu do Crescimento Ilimitado (MCI), em 1939, e Frank Lloyd Wright, e o Solomon R. Guggenheim Museu (MG), entre 1943 e 1956), além de realizar observações e rastreamentos de visitantes *in situ* em um desses, o que permitiu a experiência espacial em uma GP real.

A investigação morfológica acerca da GP incluiu 13 modelos de leiautes hipotéticos reduzidos 15 exemplos de museus antigos, dois casos de museus modernos e 54 modelos hipotéticos de leiautes mais complexos. Por meio de ferramentas da SE, os leiautes foram analisados visando o entendimento acerca da lógica espacial da GP para que pudéssemos estabelecer uma matriz síntese de suas características espaciais.

Nossa coleta e análise de referências revelou que, em sua maioria, os estudos que adotaram a nomenclatura "galeria progressiva" pareciam concentrar-se nas áreas de filosofia e história da arte, e estudos culturais relacionados a museus (como BENNETT, 1995; SUTTON, 2000; BANN, 1984). Vários trabalhos na SE, ao abordarem casos específicos de museus, trataram das implicações da disposição sequenciada de seus espaços (HILLIER *et al.,*1982; PEPONIS; HEDIN,1983; HILLIER *et al.*, 1996; HILLIER; TZORTZI, 2011; TZORTZI, 2015) e seu determinismo (PEPONIS, 1993; CHOI, 1997),discutindo o impacto destes no comportamento espacial dos visitantes. Contudo, apesar dessas duas nuances gerais serem pertinentes à lógica da GP, os estudos não se concentraram em formular uma matriz que pudesse descrever especificamente sua configuração espacial, muito menos em avaliá-la do ponto de vista da resposta humana por meio de aferições neurocientíficas com auxílio da RV imersiva.

As experimentações em RV com navegação de 10 voluntários em três dos modelos criados, selecionados empiricamente e ambientados com e sem a disposição de obras de arte, objetivaram complementar o conhecimento sobre padrões de movimento e visibilidade de indivíduos em leiautes propiciado pela SE, ampliando a instrução de procedimentos de produção de espaços ao aferir a métrica de desempenho do foco nos voluntários. Essa medida apontou para uma experiência espacial com maior ou menor atenção fixa, que, por sua vez, pode ser contrastada com algumas medidas sintáticas (integração visual e conectividade visual), e, sobretudo, com o comportamento de agentes autômatos (TURNER, 2003; TURNER; PENN, 2002; TURNER; O'SULLIVAN; PENN, 2001; TURNER, 2007(a); TURNER, 2007(b)), ferramenta da SE muito útil na comparação com padrões de movimento natural de humanos, como os obtidos via rastreamentos de percursos de voluntários durante as navegações virtuais.

Como as análises realizadas lidaram com um vasto conjunto de dados, representados sob a forma de mapas, gráficos e tabelas (que podem ser consultados na seções dos capítulos ao longo da tese), serão apresentados os resultados

parciais referentes às análises morfológicas das diferentes galerias progressivas aferidas sintaticamente (hipotéticas reduzidas e históricas, modernas e hipotéticas complexas), expostos aqui de modo sintético, serão, depois, contrastados com os resultados dos experimentos em RV imersiva e com a aferição de foco, conformando a matriz síntese das características espaciais do objeto de interesse geral desta tese. As análises sintáticas em questão foram empreendidas por convexidade, axialidade, visibilidade e por simulações de agentes autômatos.

Sobre os modelos hipotéticos reduzidos de galeria progressiva

No primeiro capítulo, os modelos hipotéticos reduzidos representaram o primeiro esforço de síntese rumo à descrição espacial da GP. A partir de uma galeria em um estado de progressividade máximo, chamado de "puro", um espaço longilíneo, uniaxial, uniconvexo e que podia ser apreendido a partir de um único campo visual, foram testadas algumas variações mínimas com o mesmo número de espaços convexos em cada, representando tanto o modo de organização da GP, como da antagônica lógica da SP. Para cada tipo de galeria (GP ou SP), foram elaborados pares de leiautes com o mesmo número de espaços convexos (4,6 e 8).

As unidades espaciais nas GPs foram dispostas linearmente em sequência, de modo que cada espaço possuísse, independente do número total de espaços convexos, de uma a no máximo duas conexões com os espaços vizinhos. Nas SPs, os espaços eram interconectados e dispostos como em um tabuleiro de xadrez, possuindo, no mínimo, duas e, no máximo, três conexões com os vizinhos. Além destes, foram feitos alguns leiautes adicionais de GP-4 e SP-4 com alteração do posicionamento de permeabilidades entre espaços convexos para testar especificamente o grau de conectividade por espaços convexos (CVC). (ver Seção 2.2).

Os grafos justificados dos tipos SP e GP representaram de modo claro a diferenciação entre as duas estruturas espaciais: nas SPs, os anéis são representativos de mais opções de rotas, reduzindo a profundidade do sistema e, nas GP's, como reflexo da estrutura profunda e muito controlada, a única opção de trajetória era praticamente seguir a sequência linear dos espaços. Quanto ao grau de conectividade, este aumentou à medida que foram acrescentados espaços nas duas famílias de arranjos, mas os valores de integração (HH) nas GPs comportaram-se de modo inverso, diminuindo com o acréscimo de espaços.

Houve um decréscimo nos valores de inteligibilidade (R2) nas GPs à medida que estas adquiriram mais espaços convexos, o que aumentou a profundidade média (MD) e o CVC, indicando uma relação positiva entre o caráter progressivo e a inteligibilidade (R2), que se comportou inversamente estas duas últimas medidas. Já o grau de conectividade e integração (HH) apresentaram valores mais altos nos leiautes tipo SP, provavelmente devido à maior articulação entre os espaços. Nos leiautes tipo GP, aumentando-se a MD (com a adição de espaços), a CVC também aumentou. Nos arranjos adicionais de GP-4, cujas permeabilidades foram alteradas, a CVC só sofreu modificação, reduzindo de valor quando as primeiras

foram desalinhadas, impedindo que o visitante visse a sequência de todos os espaços da galeria. Assim, nos leiautes analisados, pode-se dizer que, quanto maior foi o grau de CVC do sistema, maior também foi sua progressividade.

Uma maior intervisibilidade foi evidenciada ao longo dos eixos centrais dos leiautes de GP, o que se fortaleceu quando mais espaços foram acrescidos, contudo, os valores de integração visual (HH) diminuíram no leiautes mais longilíneos e mais profundos. Nesses casos, com o aumento do CVC e da MD, houve a diminuição da HH, o que poderia implicar em uma experiência visual mais monótona, resultado do amplo campo visual no eixo central da galeria. Nos leiautes de GP, as isovistas (BENEDIKT, 1979) resultaram mais convexas do que na SP-4, o que ampliou a capacidade desses espaços de reter informação visual, o que poderia facilitar a navegação.

Examinando o comportamento dos autômatos nesses modelos, com exceção da SP-4, mais agentes circularam nos portões mais densos dos leiautes de GPs, todos localizados ao longo dos eixos centrais das galerias. Na SP-4, exceção a esse padrão, foram computados mais agentes circulando em um único portão em posição rasa do sistema, diminuindo em outros trechos, uma condição mais frequente nos leiautes tipo GP do que SP, o que reforça o observado sobre as isovistas nesses últimos, de ampliarem a capacidade de retenção de informação visual, o que também foi refletido nos mapas de percursos com aninhamentos mais densos nas GPs e mais rarefeitos nas SPs.

No geral, considerando esses arranjos iniciais, se comparadas às SPs, nas GPs foi percebida uma tendência à uniaxialidade ou a um número reduzido de linhas axiais. Quanto maior foi o grau de CVC do sistema, maior sua progressividade. Contudo, o grau de conectividade e a integração (HH) apresentaram valores mais altos nos leiautes tipo SP, possivelmente pela maior conexão entre seus espaços. Quanto à inteligibilidade (R2), se considerarmos o patamar mínimo de 0,5 (HILLIER; HANSON, 1984), todas as GPs resultaram inteligíveis, e, em relação à média geral, alcançou um valor mais alto (R2= 0,75) do que as SPs (R2=0,66). Também foi percebida uma maior concentração de agentes autômatos ao longo do eixo central, provavelmente determinado pela geometria da galeria. Mais importante ainda foi a indicação de que as possibilidades de encontros e copresença (aspectos desejáveis na transmissão de conhecimento e estímulo à sociabilidade que um museu pode proporcionar), como um todo, parecem ter sido mais favorecidas nas GPs, efeito causado provavelmente por seus eixos estruturadores.

Sobre as galerias progressivas antigas

No intuito de estender a compreensão geral das noções sobre o espaço de natureza progressiva resultantes desse primeiro conjunto, foram analisados alguns exemplares concretos de projetos e obras de relevância na tradição arquitetônica de espaços expositivos, conforme apontados na contextualização histórica sobre a galeria progressiva e museus públicos, incluindo os seguintes casos: o Antiquarium (G. Strada, W. Egkl e F. Sustris,1569-71); a Sabbioneta (V. Scamozzi,1583-90); o Museo Pio-Clementino (M.Simonetti e G. Camporesi,1773-80); a Grande Galeria do Louvre

(inaugurada em 1793); os museus concebidos por Étienne-Louis Boullée (1783) e Jean-Nicolas-Louis Durand (1802-09); a Glypothek e a Alte Pinakothek (Leo von Klenze, 1815-30 e 1823-36, respectivamente); e o Altes Museum (K.F. Schinkel, 1823-30) (ver Seção 2.3).

Essas galerias, que tiveram, cada uma, um de seus pavimentos total ou parcialmente aferidos sintaticamente, foram agrupadas em três tipos: linha reta (ou túnel abobadado), radial (ou rotunda) e híbrida (dos dois primeiros tipos). Essa classificação tomou como base as variações de arranjos sugeridas por Sutton (2000) e os tipos de configuração de circulação apontados por Tzortzi (2015). Ao proceder dessa forma, o interesse estava em descrever e analisar o comportamento espacial de visitantes nos leiautes desses três tipos, a partir do que tinham em comum: uma sequência única de espaços (linha reta) ou variações nessa sequência, permitindo mais escolhas de rotas (radial e híbrida).

Quanto às galerias em linha reta, poderíamos sintetizar as características espaciais que mais sobressaíram das análises da seguinte forma: geometria claramente longilínea; estrutura espacial tipo árvore, sem anéis, com o tronco central definindo a rota predominante; número reduzido de espaços convexos, predominantemente longilíneos e dispostos consecutivamente; predisposição à uniaxialidade ou poucas linhas axiais; mais informação visual disponível ao longo do eixo principal (local com os maiores valores de grau de conectividade visual); e, por fim, o padrão de percursos de agentes não pareceu ter sido afetado pela presença de nichos laterais, mantendo uma maior densidade na porção central do arranjo.

Um pouco distintas das GPs em linha reta, as radiais apresentaram a seguinte caracterização: geometria circular, composta por um espaço convexo central (com maiores dimensões) com cavidades ou permeabilidades nas barreiras delimitantes, que funcionou como unidade espacial articuladora, com maior grau de conectividade física (com exceção do Musée de Beaux-Arts, que combinava uma rotunda com salas interconectadas); estrutura espacial do tipo árvore, porém, mais rasa do que as em linha reta; linhas axiais mais conectadas cruzando o espaço central e indicando a probabilidade de eixos de movimentos cruzados na galeria; maior intervisibilidade no espaço convexo central, que também apresentou o maior grau de conectividade visual; maior número de agentes em portões nas unidades espaciais localizadas no centro da rotunda; e, finalmente, o padrão de movimento dos autômatos foi afetado pelo tipo de deformação/cavidade nas barreiras que encerravam a rotunda, de modo que os percursos podiam aproximar-se ou penetrar mais ou menos nesses espaços adjacentes.

Já nas GPs híbridas, mais complexas e, via de regra, ofertando mais opções de rotas do que os outros dois tipos de arranjos, podem ser caracterizadas a partir dos seguintes aspectos: estruturas espaciais simétricas e mais profundas que os outros dois tipos de GP (com exceção da Alte Pinakothek), e, por combinarem trechos de GP e SP, agregaram a hierarquização da primeira aos anéis da segunda (a Glyptothek foi o único caso com apenas um anel); nos casos em que havia uma rotunda, os maiores graus de conectividade ocorreram nesses locais e, quando não, isto se deu nos

espaços longilíneos, semelhantes às GPs em linha reta, condição resultante dos nichos nas barreiras delimitantes ou da conexão com células espaciais menores e adjacentes a esses espaços; maior tendência à multiaxialidade do que os outros dois tipos, com as linhas mais conectadas acompanhando os eixos centrais dos espaços estruturadores ou, no caso de rotundas, perpassando-as; valores mais altos de inteligibilidade (R2) do que os outros dois tipos, provavelmente porque seus espaços mais conectados obtiveram maiores valores de integração (HH); nos leiautes com alas ao redor de um pátio, a maior intervisibilidade ocorreu nas unidades espaciais situadas nas conexões entre uma ala e outra, mas, como um todo, foi maior ao longo dos eixos centrais dos espaços estruturadores ou na rotunda (como nos dois tipos de GP anteriores); portões com maior fluxo de agentes ocorreram ao longo do eixo de sequências de espaços convexos maiores e em enfilade (ou em rotundas); e, por fim, com exceção do Altes Museum, os percursos de agentes ratificaram o potencial controle dos eixos longilíneos sobre os trajetos de visitantes.

Incrementando as descobertas na primeira etapa referente a modelos hipotéticos reduzidos, após analisar os 15 leiautes envolvendo as galerias históricas, foi possível estabelecer com maior consistência certas relações entre algumas das medidas sintáticas aferidas e o teor de progressividade dos sistemas espaciais analisados, o que viabilizou um conjunto mais contundente de características espaciais da matriz progressiva que temos nos referido até aqui. As relações encontradas podem ser sintetizadas conforme as seguintes relações: menores valores de RC (zero ou próximo a zero) indicaram uma maior progressividade, ao passo que uma menor MD pareceu indicar uma maior progressividade; menores valores de integração (HH) foram compatíveis com uma maior progressividade; uma correlação (R2) mais forte entre grau de conectividade e integração (HH) resultou em uma maior progressividade; e, por fim, uma maior CVC apontou para uma menor progressividade (ver Figura 393).

Retomando as características iniciais encontradas nas primeiras análises, podemos dizer que as análises dos três arranjos de GP (em linha reta, radial e híbrida) levou à confirmação dos aspectos inicialmente levantados, apresentando uma predisposição à uniaxialidade ou reduzido de número de linhas axiais que tendiam à uniconvexidade ou à partição convexa simplificada, com campos visuais predominantes relacionados a uma alta inteligibilidade (R2) e que facilitavam a concentração de ocupação e movimento de visitantes ao longo de um eixo central orientado conforme a geometria da galeria.

Sobre duas galerias progressivas modernas: o MG e o MCI

A partir dessa base mais sólida de dados, partiu-se para a análise dos dois casos modernos de GPs, o MG e o MCI. Dada a extensão das análises desses dois museus (ver Seções 4.1, 4.2 e 4.3), optamos por resumir aqui as características mais relevantes encontradas na comparação entre os dois, conteúdos que consideramos mais relevantes no entendimento geral do tipo espacial da GP e, sobretudo, visando endereçar a questão central desta tese, de como seria possível conciliar o caráter determinista da GP a uma visitação mais exploratória e menos entediante, que, simultaneamente

fortalecesse a natureza social do espaço.

O MCI, por seus muitos anéis, ofereceu mais trajetórias cruzadas do que as rotas restritivas para cima ou para baixo do MG, permitindo que seus visitantes pudessem ou seguir a lógica da espiral ou sair desta pelas conexões permeáveis entre galerias, diferente das poucas chances de exploração casual do espaço nas galerias principais do MG, todas originalmente em sua rotunda. O leiaute de Wright, ainda que com poucas passagens para fora da espiral, combinava de modo sutil as galerias na espiral progressiva a espaços adjacentes (elevador, High Gallery, biblioteca e a torre do monitor), mas, após a reforma na década de 1990, por Gwathmey Siegel e Associate Architects, essa condição híbrida tornou-se ainda mais evidente, quando houve o acréscimo de um sistema paralelo à rotunda de espaços expositivos conectados mais tradicionalmente (como na SP) do que a enfilade progressividade espaços convexos sequenciais na rampa concebida por Wright.

Voltando-se aos três aspectos principais sobre a circulação em museus nos quais se estrutura a investigação nesta tese (TZORTZI, 2015), pode-se dizer que ambos os casos modernos apresentaram um arranjo espacial de galerias sequenciais relacionados aos padrões de movimento nas galerias. Já quanto ao conceito específico de circulação empregado, enquanto Wright adotou originalmente a sequência única de espaços, Le Corbusier preferiu conceber um museu onde pessoas circulassem a partir de variações na sequência única (em espiral), permitindo-lhes mais possibilidades de trajetórias.

No MCI, como a saída dava-se através de um segmento transversal, alinhado à chegada no piso superior e os demais eixos do cata-vento, eram pontuados por pequenos mezaninos a cada volta em torno do ponto central (o átrio), o visitante podia atravessar essa rota de fuga ou os 3 eixos, permitindo-lhe, caso estivesse entediado, ver o exterior ou sair do edifício, o que, a nosso ver, mostra que a estrutura em espiral foi alterada para não comprometer o caráter exploratório da visitação, o que, de fato, a caracteriza como uma quasi espiral. Com esta estratégia, ao mesmo tempo que parecia afastar os visitantes em uma possível espiral infinita, Le Corbusier os ajudava a se localizarem, mostrando-lhes o exterior ou informando que estavam prestes a iniciar outra curva na espiral. Wright também tentou deixar claro para o visitante como este deveria percorrer as galerias, talvez até mais que Le Corbusier. Essas condições, portanto, confirmaram mais um dos temas centrais em nossa abordagem posto em prática: a preocupação com a facilidade de legibilidade, ou inteligibilidade, do leiaute espacial do museu.

Um dos impulsos à investigação sobre a galeria progressiva veio da crítica na literatura da SE a sua natureza espacial reducionista, como acusou Peponis (1993) sobre o fato do MG não deixar espaço para efeitos probabilísticos do leiaute quanto à exploração e ao encontro de visitantes. No entanto, durante visitas e observações in situ, percebemos que visitantes pareciam comportar-se de modo menos redutivo, passando mais tempo nas galerias da rotunda, de onde viam e eram vistos por outros, enquanto interagiam com o espaço e com as obras de arte.

A interação com o espaço e entre pessoas nas galerias abertas que encerram o átrio, na verdade, pareceu bem mais exploratória e informal do que nas galerias tipo salas conectadas tradicionais acrescidas ao projeto original de Wright na década de 1990, o que nos levou a concluir que as propriedades formais do leiaute espacial original faziam com que visitantes tivessem um comportamento mais relaxado nas galerias na rotunda do museu do que a aparente cerimonialidade do MG poderia levar a acreditar (HILLIER et al., 1996).

Visitando o MCI por intermédio da reconstrução tridimensional digital que fizemos, as análises mostraram que houve um certo controle da experiência de visitação por parte de Le Corbusier, ao fazer com que o visitante andasse por dois corredores "cegos", depois subissem a rampa do átrio, e, só depois, fossem soltos nos meandros da espiral. Porém, como se tratava de uma quasi espiral, que acreditamos ser um híbrido dos esquemas "planta em corredor" e "matriz de salas conectadas" (EVANS, 1978, p. 88, tradução nossa). Isso permitiu que os movimentos necessários de pessoas de ambiente a ambiente se cruzassem e intersectassem, usando as palavras de Robin Evans, como em um "pátio ferroviário de manobras" (EVANS, 1978, p. 85, tradução nossa).

Nesse sentido, do museu como espaço social, é provável que a intenção de Le Corbusier fosse provocar encontros entre pessoas e delas com a arte de modo mais inesperado do que pensou Wright para as galerias da rotunda, que, com seu baixo peitoril e campos visuais de forma convexa e generosos em dimensão, mostraram-se mais "devassados" ou menos surpreendentes visualmente. Porém, o que se observou no local foi uma interação entre pessoas e espaço bastante peculiar na rotunda do MG, levando-nos a concluir que ambos os museus, por diferentes estratégias de visibilidade, tinham um forte caráter enquanto espaço social.

Contudo, considerando como mais atrativa uma visitação capaz de atrair mais a atenção ou interesse dos visitantes, ou, em outras palavras, ser menos entediante, se considerarmos os casos aqui em questão quanto a suas respectivas concepções, nos parece que a ideia de Le Corbusier seria mais favorável do que a de Wright nesse quesito, uma vez que, no MCI, ao que indicaram as análises, os visitantes poderiam ter uma visita mais exploratória, com opções de rota maximizadas e mais alterações nos campos visuais à medida que fossem descobrindo o espaço e a arte.

Sobre variações de galerias progressiva: galerias senoides, chanfros e nichos

As variações de GP de maior complexidade resultaram de parâmetros métricos, observações e configurações do MG e do MCI, dos modelos reduzidos e das GPs antigas. Essas 54 variações partiram de um espaço central retangular e longilíneo, como nas GPs em linha reta, referido como "galeria principal" nas análises, cujas dimensões são semelhantes a uma ala típica do MCI (7m L x 49m C) e à largura média das galerias na rampa do MG, o qual permanece inalterado em todas as variações desenvolvidas. Essas galerias passaram por transformações em sua geometria, começando pela deformação de uma de suas barreiras limítrofes a partir de sua ondulação, iniciando como senoides, depois convertidas

em chanfros e, finalmente, em nichos, o que fez surgir cavidades nessas barreiras, elemento comum nos leiautes previamente analisados. Em seguida, as profundidades dessas cavidades foram variadas (rasa, média e profunda), como observado no MG, para, na sequência, serem duplicadas, conformando arranjos simétricos e assimétricos e, por fim, foram acrescidas células espaciais agregadas (CEAs) em um dos lados da galeria, que, mais ou menos conectadas entre si e com a galeria principal, interfeririam, supunha-se, ainda mais no comportamento espacial na galeria principal, semelhante à mudança que a reforma na década de 1990 imprimiu às galerias da rotunda no MG.

Sintaticamente, a lógica que regeu essas variações foi a de uma disposição puramente progressiva, uniaxial, uniconvexa, permitindo um amplo campo visual, que ganhou espaços adjacentes (cavidades) e foi alterada pela deformação das barreiras limitantes, convertendo-se em um sistema espacial multiconvexo. Com o deslocamento longitudinal e rebatimento assimétrico das cavidades adquiridas, chegou-se a um arranjo que nem sempre podia ser atravessado por uma única linha axial, assim como as informações visuais sobre espaços adjacentes tornaram-se menos disponíveis. Aos poucos, as galerias ganharam uma rede de espaços adicionais mais ou menos articulados entre si (como na SP), até formarem um sistema paralelo ao da galeria principal.

Síntese da análise convexa

Quanto ao sistema de permeabilidades físicas entre os espaços convexos, a análise envolveu, sobretudo, as medidas sintáticas de conectividade relativa (RC), profundidade média (MD), integração (HH), inteligibilidade (R2) e conectividade visual por convexos (CVC). Quanto à visibilidade, as medidas mais relevantes foram as de conectividade visual (CV) e a de integração visual. Também foram feitas simulações com agentes autômatos, nas quais utilizaram-se parâmetros de número de agentes (20) e tempo de visita (ou timesteps) extraídos dos experimentos com RV imersiva em algumas dessas variações a serem tratados posteriormente.

Com o espaço convexo central a um passo sintático de todas as cavidades nos leiautes sem CEAs, a MD manteve-se baixa e, mesmo aumentando um pouco nos arranjos com CEAs, não foi drasticamente alterada, o que representou um efeito positivo do caráter progressivo, aqui impulsionado pela força da galeria principal como núcleo estruturador do sistema (ver Seção 5.3.1).

Representando as estruturas espaciais dos 54 leiautes propostos, estes foram sintetizados em quatro tipos básicos de grafos justificados: grafo tipo 1 (ilustra os leiautes sem CEAs, em árvore e muito raso, sem anéis e com diferenciações apenas quanto a um maior ou menor número de espaços convexos); grafo tipo 2 (combina uma estrutura em árvore a um anel local em um dos grupos de CEAs); grafo tipo 3 (híbrido de estrutura em árvore com espaços interconectados, com quatro anéis entre as células e um anel entre os grupos de células e a galeria principal, além de um terceiro grupo de células conectadas entre si, mas não à galeria principal); e grafo tipo 4 (todos os grupos de CEAs são interconectados

e conectados à galeria principal, gerando múltiplos anéis, conformando a estrutura mais próxima àquela entre galerias da rampa, galerias do anexo e exposição permanente do MG).

Observou-se que todos os grafos tinham como base a estrutura em árvore, consequência do papel estruturador da galeria principal. Como reflexo, baixos valores de RC foram identificados nas variações. Quanto à integração (HH), os valores, em geral, não se alteraram quando a forma da barreira foi alterada, apresentando valores baixos (de 0,0 a 2,0), dentre os quais apenas as galerias profundas com CEAs de cada família chegaram ao patamar de valor 3,0. Os exemplares sem CEAs registraram os valores mais baixos, aumentando um pouco com adição de CEAs.

Esse cenário confirmou o que foi visto nas galerias históricas e nos modelos hipotéticos reduzidos de GPs e SPs, quando apontamos que menores valores de integração (HH) geralmente estavam relacionados a uma maior progressividade, ou seja, quanto mais determinista, com menos opções de rotas, portanto, mais progressivo um leiaute, cujo seu valor de integração (HH) tenderia a diminuir. Em todos os arranjos, a galeria principal manteve-se como o espaço com o valor de integração (HH) mais alto, apontando para mais chances de copresença nesse espaço.

Quanto aos espaços tipo “a”, “b”, “c”, “d” (HILLIER, 1986), nos casos sem CEA predominaram os do tipo “a” (ou sem saída) e, em cada galeria, houve um espaço central do tipo “b” (galeria principal). Nas galerias com CEA, houve uma maior variação de espaços tipo e, à medida que o sistema se tornou mais intricado, com mais unidades espaciais conectadas entre si, o número de espaços tipo “d” aumentou. Em consonância com seu maior número de espaços tipo “a”, as galerias sem CEAs constituíram sistemas que remeteram à configuração do tipo planta-corredor (EVANS, 1978), rasos, com rotas controladas e sem nenhum anel de circulação, o que faria com que o visitante provavelmente fosse induzido a seguir sua visita pela galeria principal.

Nos grafos dos tipos 3 e 4 (galerias com CEAs), que também se caracterizaram pelo aumento dos espaços tipo “d”, houve uma quantidade de anéis muito maior do que nas demais configurações, assim como maiores valores de integração (HH) e, ainda que por uma pequena margem, maiores valores de conectividade relativa (RC) e profundidade média (MD). Como já exposto, se o aumento desses valores implicou até então na diminuição de progressividade nas galerias, pode-se complementar que o aumento do número de espaços tipo “d” também concorreu para isso.

Analisando os resultados referentes à correlação entre conectividade e integração (HH) nas variações, que indica a inteligibilidade (R2), estes revelaram uma significância perfeita (R2=1,0) em quase a metade dos casos, dentre os quais, a maioria foram galerias sem CEAs (89%), que incluíram ainda dois leiautes com R2 muito pronunciada (de 0,90 a 0,99). Ou seja, as galerias mais inteligíveis foram aquelas que passaram apenas pelos processos transformativos de acréscimo de cavidades por alteração das barreiras limítrofes, não envolvendo CEAs. As galerias menos inteligíveis, por sua vez, foram reincidentes nas três famílias de variações de galerias profundas com deformação unilateral (GSUP,

GCUP e GNUP) e na galeria nicho duplo simétrica com CEAs média (GDSCEAM), mas, em geral, não houve variações bruscas nos valores de R2 segundo a natureza das famílias (senoide, nicho ou chanfro).

No conjunto como um todo, as médias de valores de R2 indicaram uma correlação de significância pronunciada, com valores praticamente idênticos (0,70 nas senoides, 0,74 nos chanfros e 0,73 nos nichos), portanto, os leiautes, de um modo geral, conformaram galerias inteligíveis. Mais importante, talvez, foi a constatação de que os leiautes mais progressivos (aqueles sem CEAs) apresentaram valores de R2 claramente mais altos do que aqueles nas galerias com CEAs, confirmando a característica que havia sido introduzida no capítulo inicial sobre leiautes mais progressivos implicarem em uma maior inteligibilidade (ver Figura 393).

Síntese da análise axial

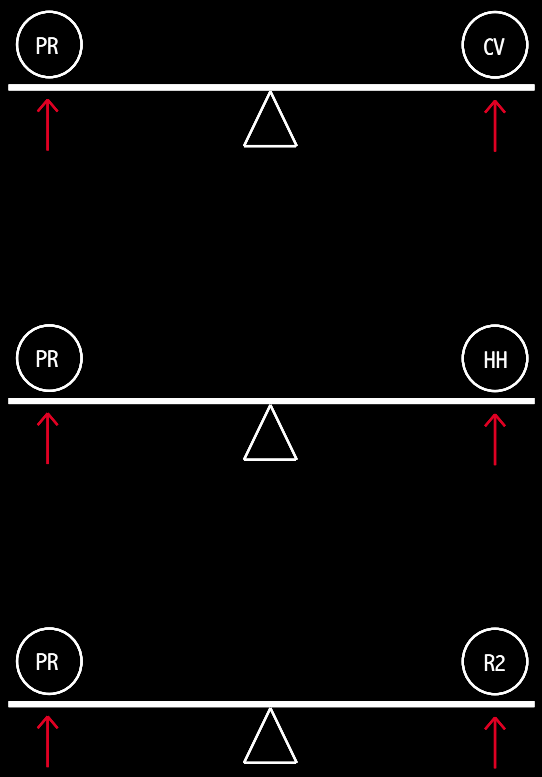
A análise axial revelou dois aspectos a serem destacados. O primeiro, e talvez mais óbvio, é que, conforme houve mais anéis no sistema paralelo à galeria principal, os eixos de movimento nesta foram enfraquecidos, o que poderia levar a um menor fluxo de visitantes nessa área, e, em consequência, atenuar a probabilidade de copresença neste local (ver Seção 5.3.2).

Em contrapartida, sobre o segundo aspecto, os resultados nos levaram a considerar o potencial em explorar a conciliação de arranjos mais intricados (como nas CEAs com anéis) à manutenção de um alto grau de conectividade na galeria principal, o que talvez pudesse ser atingido com ajustes na forma das cavidades e no posicionamento das permeabilidades, testes, até o momento, não realizados. Dessa forma, supõe-se, poder-se-ia combinar a força do eixo de movimento na GP à possibilidade de eixos secundários que permitissem movimentos cruzados, estimulando destinos alternativos e mais copresença durante a visita à galeria, o que, como apontado anteriormente, pareceu estar presente na concepção de Le Corbusier para o MCI.

Síntese da análise de visibilidade

Os campos visuais de onde se pode ver os demais espaços a partir de uma única vista localizaram-se na galeria principal em todos os arranjos. Outro aspecto importante percebido foi que os campos visuais, em geral, foram bastante afetados pelo tipo de deformação das barreiras limítrofes (única, dupla simétrica ou dupla assimétrica), nos arranjos sem e com CEAs. Além disso, as galerias sem CEAs apresentaram valores de integração bem mais altos do que aquelas com CEAs. Dentre os menores valores de integração visual nas 54 galerias, todos ocorreram nos arranjos com CEAs (valor máximo de 3,0), enquanto nas galerias sem CEAs não foram registrados valores menores que 7,8. Esse cenário pode ser indicativo de que, quanto mais progressivo é um arranjo, este também é mais integrado visualmente (ver Seção 5.3.3).

Figura 393: Diagrama das relações entre medidas sintáticas por permeabilidade visual e progressividade espacial.



LEGENDA:
PR - progressividade
CV - conectividade visual
HH – integração visual
R2 – inteligibilidade visual

Fonte: o autor.

Observando alguns detalhes específicos, nas galerias nicho médias e profundas, os campos visuais que permitiram uma maior intervisibilidade resultaram mais amplos e seus valores de picos de integração decaíram à medida que as cavidades ganharam profundidade, sendo bem menores do que nas famílias chanfro e senoide. Isso pode ser explicado pelo fato de que nas galerias nicho o esforço informacional (HILLIER, 2003) empreendido pelo observador parece ser maior, já que este tem de levar em consideração mais campos visuais para ver toda a galeria, o que só aumenta à medida que ela ganha CEAs, levando à diminuição dos valores de integração visual em todos os arranjos.

Essa condição, com maiores valores de integração visual na galeria principal, indica também que, como desse local seria possível ver a maior parte do leiaute, haveria uma maior probabilidade dos visitantes serem mais facilmente vistos e verem outras pessoas nessa localidade, reforçando a sua relevância enquanto espaço social. Quanto à conectividade visual, os índices comportaram-se menos linearmente do que aqueles de integração visual, mas os valores mais recorrentes de CV apresentaram-se equilibrados quantitativamente. Os resultados apontaram que, ainda que por uma margem não muito grande, houve uma certa tendência a galerias mais progressivas terem maiores valores de conectividade visual.

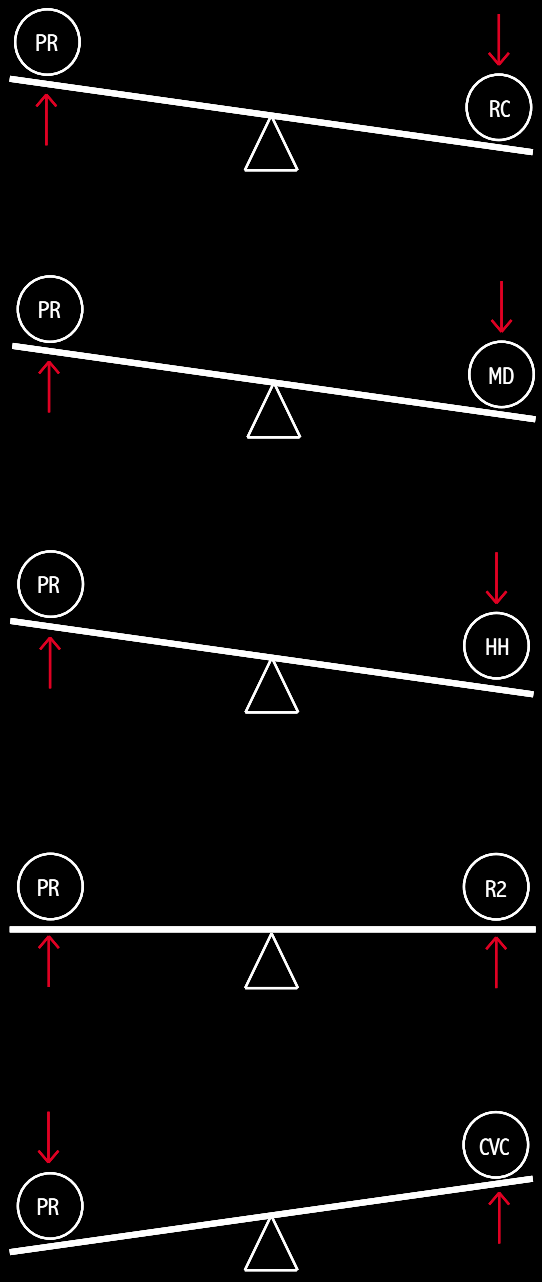
Também foi feita a correlação (R2) entre estas duas medidas, indicando a inteligibilidade visual dos sistemas espaciais. A maioria dos valores indicativos de inteligibilidade nos casos sem CEAs ocorreram em galerias com deformações duplas em barreiras, com apenas 3 casos naquelas com deformações únicas. Em relação às 54 galerias, 78% destas resultaram como inteligíveis visualmente. Assim, como os valores mais altos de integração visual ocorreram na galeria principal, podemos ratificar outro aspecto da caracterização espacial da GPs anunciada após as primeiras análises empreendidas, ainda no capítulo inicial: a alta inteligibilidade de seus campos visuais predominantes. Além disso, com base nos resultados das demais medidas sintáticas de visibilidade, poderíamos dizer que uma maior progressividade foi associada a maiores valores de integração visual e grau de conectividade visual (ver Figura 394).

Síntese das simulações com agentes autômatos

Em uma análise de agentes, faz-se imprescindível estabelecer parâmetros globais e dos agentes propriamente ditos antes de iniciar as simulações computacionais. Os parâmetros nas análises das variações foram baseados nos experimentos em RV com algumas das galerias, incluindo: grid de 75cm x 75cm (derivado do comprimento médio do passo de um adulto, 76cm); entrada única à esquerda do leiaute; número total de 20 agentes ou 10 agentes; 12 passos dados por cada agente antes que mudasse de direção (semelhante ao comportamento das pessoas nos testes em RV) e o tempo de visita de 186 timesteps, que derivou da média de tempo (93s) de navegação em RV, utilizando o mesmo padrão de .5s / passo empregados por Turner e Penn (2002).

Para facilitar a visualização dos dados relativos à distribuição do fluxo de agentes em portões, isolamo-nos em quatro grupos (com maior número de agentes), organizados em ordem decrescente. Dentre os portões com fluxo mais denso,

Figura 394: Diagrama das relações entre medidas sintáticas por permeabilidade física e progressividade espacial.



LEGENDA:
PR - progressividade
RC - conectividade relativa
MD - profundidade média
HH - integração
R2 - inteligibilidade
CVC - conectividade visual por convexos

Fonte: o autor.

mais agentes foram mais recorrentes nas galerias sem CEAs, enquanto dois dos três exemplos de portões com menos agentes desse grupo apareceram nas galerias com CEAs, mas, em ambos os tipos, houve uma tendência dos portões mais densos se posicionarem ao longo do eixo central das galerias principais, ratificando a força desse espaço na configuração, esclarecendo sobre o padrão geral de seleção de destino nessa área. Em apenas um caso de galeria (chanfro único com CEA profunda) foi detectado um portão denso fora da galeria principal (ver Seção 5.3.4).

Ao sobrepor as áreas de pico de integração visual (HH) aos mapas de portões, destacando-se aqueles mais densos, percebeu-se que não havia coincidências entre estes, mas algumas condições puderam ser sublinhadas. Com base nos resultados, mesmo considerando que talvez fossem necessárias mais variações para se testar a correspondência que aqui tentamos estabelecer, concluiu-se que parece não haver uma relação de confluência entre a maior densidade de portões e maiores valores de HH, mas, quando isto ocorreu, a forma das barreiras limítrofes foi o fator de maior influência.

Também foi observado o movimento dos agentes em mapas de percursos para aferir em que medida eles tenderiam a adentrar as cavidades nas barreiras limítrofes, o que também poderia ajudar no entendimento dos efeitos da forma (e profundidade) dessas reentrâncias nos percursos. Essa medição teve o intuito de averiguar a manutenção da progressividade face à alteração da galeria inicialmente pura, quando esta adquiriu cavidades que podiam ser visitadas, além de remeter às condições no MG, quando foi observado o tempo de permanência de visitantes diante de nichos, onde foi identificado interesse mais prolongado nas cavidades profundas.

Os resultados mostraram que, em geral, foi mantido um maior fluxo na galeria central e houve uma quantidade considerável de percursos também nas cavidades, sobretudo naquelas mais profundas, mas não ocorreu um fluxo significativo nas CEAs. Sobre o comportamento nas cavidades, nas galerias sem CEAs com deformação única e dupla, houve um maior fluxo de percursos na família senoide, que alcançou índice semelhante nas reentrâncias chanfradas, mas decaiu significativamente nos nichos. Quanto às galerias com CEA, os índices foram bastante semelhantes nas três famílias, porém, os quantitativos de percursos comportaram-se de modo inverso às galerias sem CEAs.

Em relação ao conjunto analisado em seu todo, houve uma maior atividade de agentes em cavidades nas galerias sem CEA do que nas com CEA, o que talvez se justifique pelo fato de haver permeabilidades entre essas células e as cavidades, levando agentes a explorá-las. A cavidade mais frequentemente visitada nesses dois tipos de arranjos foi a C03 (extremidade oposta ao acesso), seguida da C06 (cavidade inferior, logo à direita do acesso), nas galerias duplas sem CEAs. Nos arranjos mais simples (sem CEAs) ou nos mais complexos (com CEAs), houve maior atividade nas cavidades de galerias profundas e, na maioria dos casos, menos fluxo nas galerias rasas.

Do mesmo modo que os voluntários iriam navegar as galerias em RV sozinhos, foram realizadas simulações adicionais

com percursos de 10 agentes navegando individualmente nesses mesmos arranjos. O maior fluxo de percursos aconteceu na cavidade C03 nos dois testes, mas, nos com 10 agentes, mais percursos foram registrados na galeria senoide dupla assimétrica (GSDA) do que no primeiro. No geral, os testes com 20 autômatos apresentaram mais fluxo de agentes em cavidades do que aqueles com 10, mas, os dados obtidos não permitiram estabelecer como regra que, aumentando o número de agentes ou considerando sua navegação individual ou coletivamente, levaria a um aumento da quantidade de percursos nas cavidades. Pois, como vimos, por exemplo, na GSDAM, menos agentes navegando também podem resultar em um maior fluxo.

Apesar de não fornecer uma medida sintática que permitisse estabelecer relações diretas com o teor de progressividade, como fizemos para outras medidas, a análise de agentes, quando combinada à de visibilidade (integração, conectividade e inteligibilidade visual) mostrou-se muito útil no entendimento de padrões de movimento dos visitantes nas galerias. Contrastando os resultados aqui alcançados com algumas das características espaciais iniciais da matriz da GP, os mapeamentos de portões e percursos de agentes nos 54 leiautes reforçaram o aspecto da força do eixo central orientado conforme a geometria da galeria, apontando que os portões mais densos tendiam a se localizar ao longo deste, independentemente do tipo de família ou de deformação das barreiras das galerias. A análise também mostrou que os aglomerados mais densos de percursos ocuparam mais frequentemente a galeria principal do que suas cavidades ou CEAs, ratificando seu papel estruturador na progressividade do sistema.

Sobre os experimentos em realidade virtual imersiva e aferições de foco

As aferições e as análises dos experimentos com voluntários imersos em três das galerias progressivas hipotéticas criadas (GSUM, GSDSM e GSDAM) foram estruturadas quanto a percursos/comportamento espacial; métrica de desempenho de foco; e comparação destas com alguns dos resultados da análise sintática dessas galerias.

Duas plataformas digitais foram utilizadas, o UnrealEngine 4 para RV imersiva e o EMOTIVBCI, para aferição de foco. Os dados extraídos foram organizados sob a forma de mapeamentos de percursos e picos de foco (em dois grupos de valores, de 0 a 100 e de 50 a 100), posteriormente sobrepostos um ao outro e a mapas sintáticos, visando estabelecer relações entre o comportamento espacial e respostas cerebrais. Foi ainda introduzida uma medida denominada Índice de Variação de Pico de Foco (IVPF), que criamos no intuito de calcular o quanto a medida de foco oscilava nas navegações, pois, uma grande alternância, poderia indicar falta de interesse na atividade.

Sobre percursos de voluntários

Conforme detalhado nos procedimentos da Seção 5.4.4, as navegações de cada um dos 10 voluntários iniciaram na GSU, seguindo à GSDS e finalizando na GSDA, perfazendo como média de tempo geral 93s. Quando o visitante dispendeu mais tempo em uma galeria, também o fez nas demais, e, no geral, pessoas dispenderam um pouco mais de tempo na

primeira galeria (GSU), com períodos muito semelhantes nas outras duas. As visitas mais longas ocorreram nas galerias com obras de arte, com mais tempo dispendido na GSU (7min) e menos na GSDA sem obras (28s). Houve uma diferença significativa entre os tempos dispendidos nas galerias com e sem obras, provavelmente pelo motivo mais óbvio de uma maior quantidade de elementos a serem explorados nas primeiras.

O fato de mais tempo, dentre arranjos com e sem obras, ter sido dispendido na GSU talvez se explique pela condição de interesse inicial (ou surpresa), que normalmente é reduzida à medida que a atividade se repete, caracterizando o efeito conhecido como fadiga, que, baseado em estudos, parece acontecer mais tardiamente na visita, sendo marcado por uma baixa responsividade a exposições (MELTON, 1935).

Sobre a espacialização dos percursos, independente da duração da visita ou se as galerias tinham ou não obras dispostas, as rotas concentraram-se mais na galeria principal do que em cavidades, coincidindo com o comportamento dos agentes previamente discutido, o que ratificou a influência do caráter determinista do espaço progressivo puro nos padrões gerais de percursos.

Usando os mesmos parâmetros de tempo (convertidos em timesteps) e mudança de direção de percurso para agentes que aqueles extraídos dos voluntários nos testes em RV, percebeu-se que, no geral, os percursos dos agentes comportaram-se de modo mais espraiado do que os das pessoas, que, muitas vezes, parecem ter sido definidos pela geometria das paredes convertidas em senoides, mas, no geral, independente da forma da galeria e do tempo de visitação, mais agentes e pessoas navegaram pela porção central do espaço.

Quanto às cavidades, houve um maior percentual de agentes nesses espaços do que o de visitantes, supõe-se, sobretudo devido à calibragem dos parâmetros, como o número de timesteps, que derivou da média geral de tempo dispendido pelos visitantes, não considerando as oscilações. Sobre o tipo de galeria, quando analisamos 20 agentes, a maioria dos percursos que passaram pelas cavidades ocorreu nas galerias senoides.

Os visitantes acessaram com mais frequência as cavidades nas galerias sem obras do que nas com obras (29 percursos nas primeiras contra apenas 17 nas segundas), o que pareceu peculiar, uma vez que se poderia pensar que obras de arte atrairiam usuários para esses espaços de modo mais efetivo. É possível que essa condição tenha sido facilitada pela falta de um ponto de orientação específico nas galerias sem obra, o que levou os visitantes a seguirem a referência mais evidente ali, ou seja, a geometria marcada pelas ondulações senoidais. Reforçando isso, pode-se dizer que os percursos nas galerias sem obras resultaram em um padrão um pouco mais disperso do que aquele (com um aninhamento mais denso) nas galerias com obras de arte.

Como o modo de exploração em GPs foi algo que se estabeleceu como indicador de uma visita mais ou menos entediante, se tomarmos a condição de movimento fora da galeria principal como um indicativo de uma visita mais exploratória,

com base nos resultados, poderíamos dizer que os leiautes sem obras ampliaram esse aspecto, contudo, a falta de um ponto de orientação em espaços assim pode levar à dispersão ou falta de foco. Mas, como em espaços expositivos provavelmente haveria obras de arte, quando esse foi o caso nas galerias navegadas, de modo surpreendente, o controle da galeria principal sobre os percursos de visitantes foi ainda maior, enfatizando sua progressividade.

Sobre o foco dos visitantes

A partir dos mapeamentos de picos de foco (PFs), o posicionamento geral desses nos leiautes em relação à galeria principal, primeiro pelo critério galeria sem e com obras, foi evidente que a maioria deles ocorreu nos limites da galeria principal. Esse comportamento repetiu-se quando sobrepusemos todas as galerias, permitindo estabelecer que a espacialização dos PFs ratificou a força desse espaço nos arranjos, independente da forma que as barreiras delimitantes tomassem (senoide única, dupla simétrica ou dupla assimétrica).

As maiores médias gerais de foco foram registradas nas galerias senoide única (GSU), tanto nas disposições com como nas sem obras. Sobre os resultado geral dos valores de pico, estes não chegaram, em nenhum caso, a um patamar moderado (51-70), com todos os valores permanecendo em um nível leve (31-50), à exceção da GSDA, que, com a menor média geral de todas, foi enquadrada no patamar muito leve de valor (11-30). De uma forma geral, enquanto valores absolutos, poder-se-ia dizer que não houve uma boa performance quanto à resposta à função cognitiva do foco nos visitantes. Mas, como isso não esclareceu muito sobre que PFs, nesse cenário, seriam mais reincidentes, também foi analisado o aspecto quantitativo e sua espacialização nas galerias.

Picos de foco x tempo de visita

A aproximação de valores de foco à duração das visitas apontou para uma correlação (R2) fraca, com casos de visitas muito longas nas quais a média de foco foi muito baixa ou, ao contrário, visitas curtas com valores de foco altos. Em geral, dentre todas as galerias sem e com obras, na GSU foi detectado o menor valor de R2 (0,25), que cresceu um pouco na GSD (0,44) e mais ainda na GSDA (0,65).

Outro aspecto relevante sobre o foco, que se aproxima da lógica decrescente do tempo de visitação da primeira para as demais galerias, foi que a quantidade de PFs, ainda que relativamente em menor escala do que o quesito tempo, também decaiu após a primeira galeria navegada, identificando-se uma maior ativação da função cognitiva do foco na galeria GSU.

Assim, nos limites da presente amostragem, quanto mais tempo os visitantes dispenderam em uma galeria, o que se deu no início da visitação, mais sua função cognitiva de foco atingiu picos, resposta que enfraqueceu à medida que passaram menos tempo nas galerias, provavelmente pelo aumento da fadiga, entendida como diminuição de interesse, conforme antes comentado (MELTON, 1935).

A espacialização dos picos de foco

Quanto à quantidade de PFs, segundo o critério da disposição ou não de obras, esta foi bem similar nas galerias visitadas, portanto, o fator presença ou ausência de obras de arte não pareceu ter afetado o número de PFs atingidos por visitantes. Quanto à forma da galeria, no geral, as quantidades totais de PFs por galeria foram bem similares, com um leve predomínio da GSU. Assim o, na amostragem analisada, poderíamos dizer que a presença de obras não parece ter influenciado significativamente em quantas vezes o visitante atingiu PFs.

Para obter uma espacialização mais detalhada dos PFs de todos os picos, também foram mapeados aglomerados (ou *clusters*) deles nas galerias, usando como base o mesmo grid utilizado nas análises de VGA e agentes ao longo desta tese (75cm x 75cm). Um aspecto interessante observado foi que trajetórias típicas resultantes da conexão entre os *clusters* revelaram perfis que parecem ser orientados pela geometria das barreiras.

O padrão de espacialização desses *clusters* de PFs mais altos, como um todo, assemelhou-se mais aos percursos nas galerias sem obra do que nas com obra, o que pode ser indicativo de que, independente do conteúdo expográfico, as respostas atencionais dos visitantes compartilharam o fato de terem sido muito influenciadas pela geometria da galeria.

Foco x visadas

Também foi observado o perfil das visadas de visitantes nos locais de PFs (valores de 51 e 100), o que apontou uma clara diferença no comportamento visual nos leiautes sem e com obras. Nas galerias sem obras, independente da geometria, a maior recorrência de visadas ocorreu em direção ao final da galeria quando olhando em direção ao final responderam à navegação com maior foco. Nas galerias com obras, as áreas de maior concordância dessas visadas espalharam-se mais uniformemente pelas galerias.

Esses resultados levam à conclusão de que, muito provavelmente, as visadas foram influenciadas pela presença de obras de arte, que as fizeram dispersar-se mais pelos leiautes. Como nessas galerias os percursos resultaram mais contidos na galeria principal, é possível que, ao mesmo tempo que o movimento (do corpo) se mantivesse mais controlado (pelo determinismo da GP), os giros de cabeça proporcionavam visadas à procura das obras de arte, desafiando a ideia de que à medida que o olho é atraído por eixos em enfilade, o corpo seguiria o curso desses mesmos eixo. (PSARRA, 2018).

Foco x cavidades

Assim como os percursos, mais PFs ocorreram em cavidades nas galerias sem obras, o que reforça que, de alguma modo, os visitantes exploraram mais o leiaute fora da galeria principal quando não havia a exposição de obras, assim como, quando saíram desse espaço, indo para as cavidades, naquelas sem obras de arte também responderam com

maior foco de atenção do que quando as obras estavam presentes.

Variação entre picos de foco

Para aferir o quanto os valores oscilavam entre PFs foi criada uma medida, de caráter experimental, chamada de índice de variação de picos de foco (IVPF). Esse é um aspecto importante porque quando o foco, enquanto medida de atenção fixa, apresenta muita oscilação entre tarefas, isso pode ser indicativo de distração.

Calculando-se os IVPFs de 10 voluntários para as três galerias que cada um percorreu, as médias gerais apontaram para índices com valores mais altos nas galerias com obras, e que a diferença aumentava à medida que sujeitos se encaminharam à GSDA, a última galeria visitada.

Os IVPFs nas três galerias navegadas também foram correlacionados à duração das visitas de cada voluntário, o que apontou para R2s muito altas, com 60% dos casos obtendo uma correlação quase perfeita. Como resultado geral, nas galerias sem obras, ocorreu menos oscilação de valores de foco, apontando para uma consistência nos dados, já que nelas também foram registradas as maiores médias de foco.

Provavelmente pelo esforço informacional devido ao acréscimo das peças expostas, nas galerias com obras, os valores de IVPF oscilaram com mais frequência, levando a um comportamento relativamente mais distraído por parte dos visitantes do que nas galerias sem obras.

Foco, percursos virtuais e análise sintática

Como etapa final, foram contrastados resultados dos experimentos com aqueles das análises sintáticas, particularmente com os padrões de percursos (e fluxos) de agentes autômatos e as medidas de integração e conectividade visual.

Comparando a distribuição de percursos de visitantes ao fluxo de agentes em portões mais densos, o resultado geral indicou que nem sempre os locais por onde passaram mais pessoas coincidiram com os portões por onde passaram mais autômatos, assim como a presença ou não de obras de arte não parece ter afetado a relação dos percursos com a localização dos portões.

Essa relação, contudo, variou de acordo com a galeria, com a maioria dos *clusters* de percursos na GSU incluindo algum portão mais denso ou ocorrendo muito próximo a estes. Já nas GSDS e GSDA, essa coincidência parece ter enfraquecido. Isso talvez pode ser explicado pelo fato de haver mais portões densos na GSU do que nas demais galerias, ampliando as possibilidades de coincidências de localizações. Quanto à GSDA, o enfraquecimento da referida relação talvez se justifique pela visibilidade nos nichos ser mais prejudicada, como revelaram alguns testes com isovistas no centro da galeria e no eixo de uma das senoides, que mostraram mais áreas descobertas nesta galeria.

Visando detectar a influência da presença de obras de arte nos locais por onde passaram mais visitantes, foram representadas isovistas nos *clusters* de percursos mais densos, o que revelou uma tendência dos campos visuais alcançarem mais as cavidades quando os leiautes dispunham de obras, à medida que as isovistas cobriram maiores porções dessas cavidades.

Sobrepondo o mapeamento dos PFs mais altos (valores entre 51 e 100) aos portões mais densos, semelhante ao comportamento dos percursos, foi observada uma maior coincidência na localização de portões e picos na GSU do que na GSDA, o que faz sentido se considerarmos que as respostas de foco dos visitantes ocorreram ao longo das rotas por estes percorridas. Contudo, um aspecto chamou a atenção em particular: parece haver uma diferença significativa entre a distribuição dos PFs nas galerias sem obras e nas com obras de arte, em relação ao posicionamento dos portões: nas primeiras, os PFs coincidem mais com o nós do mapa de portões (sobrepondo-se ou se apresentando imediatamente adjacentes aos mesmos), enquanto nas galerias com obras, os picos são mais dispersos.

Ao analisar todos os mapeamentos de percursos, aqueles nas galerias com obras resultaram mais aninhados e concentrados na galeria principal do que nos arranjos sem obra. Enquanto nessas últimas, talvez por falta de um ponto de orientação, os visitantes pareciam mais guiados pela geometria da galeria nos leiautes com obras, de modo que muitas podiam ser vistas da galeria principal, é possível que o olhar do visitante, ao vaguear rumo a várias obras (e nichos) simultaneamente, tenham preferido explorá-las de onde podiam vê-las, na galeria principal, sem precisar aproximar-se das cavidades onde as obras estavam dispostas.

Como resultado geral dos mapeamentos de PFs nas galerias sem obras, houve uma maior manifestação de PFs em locais com maior fluxo de agentes e, inversamente, naquelas com obras, talvez justamente por esses elementos demandarem mais esforço informacional dos visitantes, esses elementos parecem ter afetado mais a espacialização dos PFs.

Foco x Visibilidade

Foram representadas isovistas a partir do PF de maior valor (73 a 91) em cada galeria, que foi mais recorrente próximo ao acesso. As isovistas indicaram que os PFs não necessariamente aconteceram onde os visitantes tinham uma visão mais ampla do espaço, uma vez que o mais alto destes (GSDA sem obras) enfocou a abertura ao exterior e o mais baixo (GSU com obras), voltou-se a um conjunto de obras.

Para uma aproximação à medida da integração visual (HH), os PFs mais altos (51-100) foram sobrepostos às áreas com maior HH, o que indicou que a maioria das coincidências ocorreu na GSDS sem obras de arte, mas, no mesmo leiaute acrescido de obras, esse percentual reduziu quase a metade. Essas coincidências foram menos frequentes nas GSDAs e, menos ainda, nas GSUs, tanto sem e com obras, onde nenhum PF ocorreu nas áreas mais integradas. Dentre todos os casos, a sobreposição entre PFs e nós mais integrados mostrou menos coincidências quando havia obras de

artes nas galerias, o que é consistente com a análise de percursos e portões há pouco apresentada.

No intuito de investigar uma possível correlação entre locais de PFs nas galerias e aqueles com maior integração visual (HH) e grau de conectividade visual, foram correlacionados os valores de foco nesses picos com as medidas sintáticas obtidas nos mesmos locais. O resultado apontou claramente à ausência de correlação, o que pode ser indicativo que valores de PF e de integração visual, quanto a suas localidades, não se correlacionam, o que está em acordo com as observações anteriores sobre as sobreposições entre mapas VGAs e isovistas e os locais desses picos. A mesma condição foi detectada em relação ao grau de conectividade visual, que, mesmo com um leve aumento nos valores de R2, também mostrou a inexistência de correlação em 67% dos casos.

O paradoxo galeria progressiva

Nesta tese não abordamos conteúdo expográfico específico, apenas sua presença ou ausência em relação ao espaço construído. Mas, ao introduzir a aferição da medida de foco dos visitantes, mapeando essas respostas e as contrastando com os resultados sugeridos pela sintaxe espacial das galerias, foi possível perceber que há uma inegável relação entre a geometria do espaço construído e o modo como o foco atencional dos indivíduos se manifesta, apontando para um procedimento que poderia ser útil em fases de concepção de projetos curatoriais e arquitetônicos, que, assim, poderiam antecipar algumas condições espaciais mais favoráveis à resposta de foco e, consequentemente, influenciar na disposição do espaço e das obras a serem expostas.

Mesmo sendo, a priori, um espaço determinista e redutor de possibilidades de rotas de visitação, a galeria progressiva (com obras de arte expostas) não parece ter ativado o foco dos visitantes, ou, pelo menos, o fez com bem menos intensidade do que quando estes visitaram galerias sem obras de arte em nossos experimentos – uma condição hipotética que, na verdade, não deveria acontecer em um espaço dedicado à arte, mas, assim foi feito, como uma possível maneira de se aproximar do entendimento das relações sujeito-espaço e sujeto-espaço-obra de arte. Essas relações, na verdade, desde estudos seminais (MELTON, 1935) aos mais recentes (TRÖNDLE, 2014), parecem constituir-se em um dos aspectos mais desafiadores no entendimento do comportamento humano em museus, que podem ser resumidos à corriqueira pergunta: por que pessoas visitam mais certas obras do que outras?

É bem verdade que a sequência na qual as galerias foram visitadas em nossos experimentos pode ter influenciado nessa resposta, mas, para minimizar o possível efeito fadiga, no sentido de perda de interesse do visitante nas obras à medida que a visita se prolongasse, quando isolamos a primeira galeria visitada, cada uma por diferentes voluntários(a GSU sem obras e com obras), o comportamento do foco não mudou e o arranjo sem obras continuou levando a uma melhor performance. Em termos da neurociência cognitiva, a atenção seletiva voluntária e reflexiva (*top-down*) dos visitantes, que implica na sua habilidade de, intencionalmente, dar atenção a algo, quando guiado por objetivos, conhecimento ou

expectativas (e obras de arte poderiam ser consideradas atrativos desse processo), não levou a resposta de foco tão boa às navegações nas galerias progressivas senoides com obras.

Mesmo que as características espaciais da morfologia da galeria progressiva, nas quais esta investigação se estruturou – inteligibilidade de leiautes, relação entre percursos e geometria, e amplos campos visuais – que, atuando juntas, poderiam beneficiar a experiência de visitação em museus e, sobretudo, contribuir para o enriquecimento do seu caráter enquanto espaço social, sobretudo por meio do seu núcleo espacial estruturador (que, nas variações, chamamos de galeria principal), esse conjunto, identificado nas análises morfológicas empreendidas ao longo da tese, não foi suficiente para provocar respostas significativas de foco nos visitantes.

É bem verdade também que não podemos dizer que a galeria progressiva, por si só, tenha levado a uma baixa resposta de foco. Para testar isso, mais experimentos teriam de ser conduzidos, talvez com mais diversidade na deformação das barreiras limítrofes da galeria principal e tarefas dirigidas pós-navegação. Contudo, com base na amostragem utilizada, nem sempre a coexistência de inteligibilidade, campos visuais mais intervisíveis e uma geometria definidora de rotas parece levar a uma experiência de visitação na qual visitantes respondem com maior foco.

Eis que é revelado o paradoxo galeria progressiva.

REFERÊNCIAS

ABT, Jeffrey. The origins of the public museum. In: MACDONALD, Sharon (Ed.). **A companion to museum studies**. Oxford: Wiley-Blackwell, 2011. Cap. 8, p. 115-134.

AL-SAYED, Kinda et al. **Space synthax methodology**. Cidade: Bartlett School of Architecture, UCL, 2014. 117p.

ALBRIGHT, Thomas D. . Neuroscience for architecture. In: ROBINSON, S. e PALLASMAA, J. (Eds.), **Mind in Architecture:** neuroscience, embodiment, and the future of design. Cambridge, Massachussetts: The MIT Press, 2015. Cap. 10, p. 197-217.

ALEXANDER, Christopher. Perception and Modular Co-ordination. **RIBA Journal**, 1959. Vol. 66, no. 12, p.425-429.

ALEXANDER, Christopher. Notes on the synthesis of form. **Research Techniques in Ekistics**, 1966. Vol. 21, n. 127, p. 395-395. Disponível em: https://www.jstor.org/stable/43614326. Acesso em dez. 2019.

ALEXANDER, Zeynep Çelik. Neo-Naturalism. **Log: new ancients**, 2014. N. 31, p. 23-30.

ALEXANDER, Zeynep Çelik. **Kinaesthetic Impulses: aesthetic experience, bodily knowledge, and pedagogical practices in Germany, 1871-1918**. 2007. **Tese (Doutorado) -** Massachusetts Institute of Technology. Cambridge, Massachussetts. 276 p.

AMORIM, Luiz M. do Eirado. **The Sector's Paradigm: a study of the spatial and fuctional nature of modernist housing in Northeast Brazil**. 1999. Tese (Doutorado Arquitetura) – The Bartlett School of Graduate Studies. Cambridge, University College London. 438 p.

AMORIM, Luiz M. do Eirado. Apontamentos acerca da persistência de três temas espaciais: peripatetismo, centripetismo e centrifugismo. In: AMORIM, L. e TINEM, N. (Org.), **Morte e Vida Severinas**: das ressurgências e conservações (im) possíveis do patrimônio moderno no Norte e Nordeste do Brasil. João Pessoa: Editora Universitária / UFPB, 2012. P.32-79.

THE MUSEUM OF MODERN ART. **Architecture of museums**. New York: The Museum of Modern Art, 1968.

ARNHEIM, Rudolph. **The dynamics of architectural form**. Berkeley: University of California Press, 1977. 289 p.

ASHWAL, Stephen. Disorders of Consciousness in Children. In: SWAIMAN, K. et al. **Pediatric Neurology**. Amsterdam: Elsevier, 2017, p.767-780.

AUTODESK, Inc. (NASDAQ: ADSK). Revit: software built for Building Information Modeling (BIM). Versão educacional 2017. [S. l.] [2016?]. Disponível em: https://www.autodesk.com/education/free-software/revit. Acesso em: 10 fev. 2020.

BACHELARD, Gaston. **The poetics of space**. Boston: Beacon Press, 1962: 1994.

BAKER, Geoffrey H. **Le Corbusier**: uma análise da forma. São Paulo: Martins Fontes, 1988. 385p.

BANN, Stephen. **The clothing of Clio:** a study in the representation of history in Nineteenth century Britain and France. Cambridge: Cambridge University Press, 1984. 184p. 210p.

BARKER, Roger. **Ecological Psychology.** Stanford: Stanford University Press, 1968. 252 p.

BARRETT, Lisa F. The experience of emotion. **Annual Review of Psychology**, 2008. Vol. 58, p. 373-403.

BARRETT, Lisa F. **How emotions are made**: the secret life of the brain. Boston: Mariner Books, 2017. 425p.

BASHKOFF, Tracey. Just paint: the founding collection of the Guggenheim Museum. In: VAIL, K. (Ed). **The Museum of Non-Objective Painting**: Hilla Rebay and the Origns of the Solomon R. Guggenheim Museum New York: Guggenheim Museum Publications, 2009b. P.118-137.

BENEDIKT, M. L. To take hold of space: isovist and isovist fields. **Environment Planning B**, 1979. N. 6, p. 47-65.

BENEDIKT, M. L. e BURNHAM, C.A. Perceiving architectural space: from optic arrays to isovists. In: **Persistence and Change**: Proceedings of the First International Conference on Event Perception. Hillside, New Jersey: L. Erlbaum Associates, 1981. P. 103-114.

BENNETT, Tony. **The birth of the museum**: history, theory, politics. New York: Routledge, 1995. 278p.

BIEDERMAN, I. e VESSEL, E. A. Perceptual pleasure and the brain. **American Scientist**, 2006. Vol. 94(3), p. 247-253

BLAKE, Peter (Ed). **Marcel Breuer**: sun and shadow, the philosophy of an architect. London: Longmans Green, 1956. 205p.

BOESIGER, Willy. **Le Corbusier**: 1910-65. Barcelona: Editorial Gustavo Gili, 1971:2001. 351p.

BOOTH David W.Mathematics as a Design Tool: the case of architecture reconsidered. **Design Issues**, 1996. Vol. 12, n. 3, outono, 1996, p. 77-87. Disponível em https://www.jstor.org/stable/1511704. Acesso julho 2019.

BROCKWELL, Holly. Forgotten genius: the man who made a working VR machine in 1957. TechRadar, 2016. Disponível em: <https://www.techradar.com/news/wearables/forgotten-genius-the-man-who-made-a-working-vr-machine--in-1957-1318253 L>. Acesso em: 23, out. 2018.

BRUNNER, Clemens et al. BNCI Horizon 2020: towards a roadmap for the BCI community. **Brain-Computer Interfaces**, 2015. Vol. 2, n.1, p.1-10.

BURT, N. **Palaces for the people**: a social history of the American art museum. Boston: Little, Brown and Co., 1977, 446 p.

CARPO, Mario. The second digital turn: design beyond intelligence. Cambridge: The MIT Press, 2017, 224p.

CHIN, I. 'Le Corbusier's Musée à croissance illimitée: A limitless diagram for museology'. In: Cueco, Jorge Torres (ed.), **Le Corbusier, 50 years later**, Conference proceedings, Valencia: Editorial Politècnica de Valencia, 2015. pp. 407-421

CHOI, Y. K. The morphology of exploration and encounter in museum layouts. In: **Proceedings**, Space Syntax First International Symposium,1997. Vol 1, p. 16.1 -16.10.

COHEN, Jean-Louis. Architecture and the museum: a troubled relationship. **Cahiers d'Art**, 2012. N.1. Disponível em https://openspace.sfmoma.org/2012/11/proposal-for-a-museum-le-corbusiers-project-for-a-museum-of-unlimited--growth-1931/. Acesso novembro 2019.

COLOMINA, Beatriz. The endless museum: Le Corbusier and Mies van der Rohe. **Log**, 2009. N. 15, p. 55-68.

CONNELLY, James L. The Grand Gallery of the Louvre and the museum project: architectural problems. **Journal of the Society of Architectural Historians**, 1972.Vol. 31, n. 2, p. 120-132. Disponível em: https://www.jstor.org/stable/988685. Acesso out. 2019.

CONROY, Ruth. **Spatial Navigation in immersive virtual environments**. Bartlett Faculty of the Built Environment. 2001. Tese (Doutorado) - University College London. London, United Kingdom. 249p.

COOK, Theodore A. **The curves of life**: an account of spiral formations and their application to growth in nature, to science and to art. Londres: Constable and Company Ltd, 1914. 479 p.

CHABARD, Pierre. Towers and Globes: Architectural and Epistemological Differences between Patrick Geddes's Outlook Towers and Paul Otlet's Mundaneums. In: RAYWARD, Boyd (Ed.), **European modernism and the information society.** Informing the present, understanding the past. Abingdon: Routledge, 2016. Capítulo 6, p. 105-125. Disponível em https://www.researchgate.net/publication/295656846_Towers_Globes_architectural_and_epistemological_differences_between_Patrick_Geddes'_Outlook_Towers_and_Paul_Otlet's_Mundaneums. Acesso nov. 2019.

CHARLES, E. P., e Sommer, B. Ecological Psychology. In: V. S. Ramachandran (Ed), **Encyclopedia of Human Behavior,** 2nd edition. Maryland Heights: Elsevier, 2012. P.7-12.

COHEN, Scott Preston. Successive Architecture. **Log**, 2014.N. 32, p.153-63.

CRARY, Jonathan. **Suspensions of perception**: attention, spectacle and modern culture. Cambridge: MIT Press, 2001. 416 p.

DAL CO, Francesco. **The Guggenheim**: Frank Lloyd's Wright iconoclastic masterpiece. New Haven: Yale University Press, 2017. 184p.

DALTON, C. Ruth. et al. Navigating complex buildings: cognition, neuroscience and architectural design. In:GERO, John S.(Ed). **Studying Visual and Spatial Reasoning for Design Creativity**. Netherlands: Springer, 2015. Cap. 1, p.7-12

DANZKER, Jo-Anne, SALMEN, Brigitte e VAIL, Karole (Org). **Art of Tomorrow**: Hilla Rebay and the Solomon R. Guggenheim Museum. New York: Guggenheim Museum Publications, 2005. 256p.

DREXLER, Arthur. **Ludwig Mies van der Rohe**. New York: George Braziller, Inc, 1960. 127p.

DZEBIC, Vedran et al. The influence of visual perception on responses towards real-world environments and application towards design. **Intelligent Buildings International**. United Kingdom: Taylor & Francis, 2013. Vol.5, n. S1, p. 29-47.

_____. **Isovist Analysis as a tool for capturing responses towards the built environment**. 2013. Tese (Mestrado) – University of Waterloo, Canada. 66p.

Early museum architecture. Catalogue of WesleyanUniversity Architectural Exhibitions. The Museum of Modern Art (MoMA), 1934. New York: 5p. Disponível emhttps://www.moma.org/documents/moma_master-checklist_332998.pdf. Acesso outubro 2019.

EMOTIV. **About us**. [S.l] [2011?]. Disponível em: <https://www.emotiv.com/about-emotiv/> Acesso em: 10 jan. 2018.

The Guggenheim: Frank Lloyd Wright and the Making of the Modern Museum. Solomon R. Guggenheim Foundation, 2009. New York: Guggenheim Museum Publications. 228p.

EBERHARD, John P. **Brain landscape**: the coexistence of neuroscience and architecture. New York: Oxford University Press, 2009. 280 p.

EBISCH, Sjoerd J. H. et al. The Sense of touch: embodied simulation in a visuotactile mirroring mechanism for observed animate or inanimate touch. **Journal of Cognitive Neuroscience**, 2008. Vol. 20, n.9, p. 1611–1623.

EISENMAN, Peter. **The formal basis of modern architecture**. Dissertation submitted August 1963 at the University of Cambridge. Zurich: Lars Müller Publishers, 2006. 383p.

ELKINS, James. **The object stares back**: on the nature of seeing. New York: A Harvest Book Hartcourt Inc., 1996. 271p.

EMOTIV. **Emotiv BCI**: software for brain computer interface. Versão 2019 [S. l.] [2015?]. Disponível em: https://www.emotiv.com/product/emotiv-bci/. Acesso em: 10 fev. 2020.

EPIC GAMES, Inc. **Unreal Engine**: real-time 3D creation platform. Versão 2019 [S. l.] [2018?]. Disponível em: https://www.unrealengine.com/en-US/get-now. Acesso em: 10 fev. 2020.

EVANS, Robin. **Translations from drawing to building and other essays**. London: Architectural Association, 1997. 294p.

FONDATION LE CORBUSIER digital archives available at: http://fondationlecorbusier.fr/corbuweb/zcomp/pages/ArchM098.htm.

FOX, D.M. **Engines of culture**: philantropyand art museums. New Brunswick: Transaction, 1995. 99p.

FRAMPTON, Kenneth. **Le Corbusier**. London: Thames & Hudson, 2001. 224 p.

FRIEDL, Peter. The impossible museum. **E-flux Journal**, 2011. Vol. 23, p.1-12.

GAZZANIGA, Michael, IVRY, Richard e MANGUN, George. **Cognitive NeuroScience**: the biology of the mind. New York: W. W. Norton & Company, 2014. 752 p.

GENON, Sarah et al. How to characterize the function of a brain region. **Trends in Cognitive Sciences**, 2018. Vo. 22, n.4, p.350-364.

GIBSON, James J. The Theory of Affordances. In: SHAW, Robert e BRANSFORD, John (Eds). **Perceiving, Acting, and Knowing**: toward an echological psychology. Hillsdale: Lawrence Erlbaum, 1977. P. 67-82.

GIEBELHAUSEN, Michaela. Museum architecture: abrief history. In: MACDONALD, Sharon (Ed.). **A companion to museum studies**. Oxford: Wiley-Blackwell, 2011. Cap. 14, p. 223-244.

GOKCIGDEM, Elif M. **Fostering empathy through museums**. Lanham: Rownan & Littlefield, 2016. 330 p.

GRAAFLAND, Arie. Peter Eisenman: 'The Formal Basis of Modern Architecture'. **Footprint**: trans-disciplinary, 2007. Vol. 1, n.1, p.93-96.

GREENGARD, Samuel. **Virtual reality**. Cambridge: The MIT Press, 2019. 243p.

HANSON, Julienne. **Decoding homes and houses**. Cambridge: Cambridge University Press, 1998. 324 p.

HILLIER, Bill et al. Space syntax. **Environment and Planning B**, 1976. Vol. 3, p. 147-18

_____ , PEPONIS, John e SIMPSON, J. National Gallery schemes analyzed. Architect's Journal, 1992. Vol. 27, p.38-40.

_____. Natural movement: or, configuration and attraction in urban pedestrian movement. **Environment and Planning B**: Planning and Design, 1993. N. 20, p. 29-66.

_____ **Space is the machine**: a configurational theory of architecture. Cambridge: Cambridge University Press,

1996, 480 p.

_____ Cities as movement economies. **Urban Design International**, 1996a. Vol 1(1), p.41-60.

_____ The architectures of seeing and going: or, are cities shaped by bodies or minds? and is there a syntax of spatial cognition?. In: **Proceedings of the Fourth International Space Syntax Symposium**, Londres, 2003. p. 06.1-06.34.

_____ et al. **Tate Gallery, Millbank**: a study of the existing layout and new masterplan proposal. London: Unit for Architectural Studies, UCL, 1996. 31p. Disponível em: https://discovery.ucl.ac.uk/id/eprint/932. Acesso maio 2018.

_____ , PEPONIS, John e SIMPSON, J. National Gallery schemes analyzed. **Architects' Journal**, 1982. Vol 27, p. 38-40.

_____ e HANSON, Julienne. **The social logic of space**. Cambridge: Cambridge University Press, 1984: 2003. 281 p.

_____ e TZORTZI, K. Space Syntax: The Language of Museum Space. In: MACDONALD, Sharon (Ed.). **A Companion to Museum Studies**. Oxford: Wiley-Blackwell, 2011. Cap. 17, p. 282-301.

_____ e VAUGHAN, L. The City as One Thing. **Progress in Planning**, 2007. Vol. 67 (3), p. 205-230.

HOLANDA, Frederico de. **10 Mandamentos da Arquitetura**. Brasília: FRBH, 2013. 344 p.

HUANG, H.The spatialization of knowledge and social relationships. In: **Proceedings of the Third International Space Syntax Symposium**, Atlanta, 2001. p. 43.1-43.14.

HUYSSEN, Andreas. Escapando da amnésia: o museu como cultura de massa. *Revista do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional*, Rio de Janeiro, n. 23, 1994.

JIANG, B. e LIU, X. Automatic generation of the axial lines of urban environments to capture what we perceive. **International Journal of Geopraphical Information**, 2010. Vol 24, n.4, p. 545-558.

JOHNSON, Mark L. The embodied meaning of architecture. In: ROBINSON, S. e PALLASMAA, J. (Eds.), **Mind in Architecture**: neuroscience, embodiment, and the future of design. Cambridge, Massachussetts: The MIT Press, 2015. Cap. 1, p. 33-50.

KANDEL, Eric R. **Reductionism in art and brain science**: bridging the two cultures. New York: Columbia University Press, 2016. 226p.

KING, Anthony (Ed.) . **Buildings and society**: essays on the social development of the built environment. London: Routledge & Kegan Paul, 1984. 318 p.

KIRKHAM, P. e PERKINS, S. Furniture, patterns, and perfection: The Solomon R. Guggenheim Museum's Interiors. In: **Guggenheim Museum. The Guggenheim Frank Lloyd Wright and the making of the modern museum**. New York: Guggenheim Museum Publications, 2009. Cap. 6, p.110-118.

KLEIN, Hans-Joachim. Tracking Visitor Circulation in Museum Settings. **Environment and Behavior**, 1993. Vol. 25, n. 6, p. 782–800.

LAMPUGNANI, Vittorio. Insight versus entertainment: untimely meditations on the architecture of the Twentieth-century art museums. In: MACDONALD, Sharon (Ed.). **A companion to museum studies**. Oxford: Wiley-Blackwell, 2011. Cap. 14, p. 245-262.

LAWSON, Bryan. **Language of Space**. New York: Routledge, 2001. 272 p.

LE CORBUSIER. **Oeuvre complète**: volume 4, 1938-1946. Basel: Birkhäuser Architecture, 1946. 203 p.

LE CORBUSIER. **New world of space**. New York: Éditions Raynal & Hitchcock, 1948. 128p.

LEHRER, Jonah. **Proust foi um neurocientista**: como a arte antecipa a ciência. Rio de Janeiro: Best Seller, 2010. 363p.

LEVINE, Neil. Competing visions of the modern art museum and the lasting significance of Wright's Guggenheim. In: Guggenheim Museum. **The Guggenheim**: Frank Lloyd Wright and the making of the modern museum. New York: Guggenheim Museum Publications, 2009. Cap 3, p. 71-91.

LEVINE, Neil. **The architecture of Frank Lloyd Wright**. Princeton: Princeton University Press, 1996. 524p.

LEWIIN, Kurt. **Principles of topological psychology**. New York: McGraw-Hill. 1936. 231p.

LEWIS, Paul; TSURUMAKI, Marc e LEWIS, David. **Manual of section**. New York: Princeton Architectural Press, 2016. 208p.

LI, Wanqing, MAI, Xiaoqin e LIU, Chao. The default mode network and social understanding of others: what do brain connectivity studies tell us. **Frontiers in Human Neuroscience**, 2014, Vol. 8 (74), p.1-15

SMITH et al. Time spent viewing art and reading labels. **Psychology of Aesthetics, Creativity, and the Arts Journal**, 2017. Vol. 11, issue 1, p. 77-85.

MACAL, C.M. e NORTH, M.J. Tutorial on agent-based modeling and simulation. **Journal of Simulation**, 2010. Vol. 4, p. 151–162.

MALLGRAVE, Harry. **Architecture and Embodiment**: The Implications of the New Sciences and Humanities for Design. New York: Routledge, 2013a. 224 p.

_____. "Know Thyself": Or what designers can learn from contemporary biological sciences. In: ROBINSON, S. e PALLASMAA, J. (Ed.), **Mind in Architecture**: neuroscience, embodiment, and the future of design. Cambridge, Massachussetts: The MIT Press, 2015. Cap. 1, p. 9-31.

_____. Should Architects Care about Neuroscience?. In: TIDWELL, Philip (Ed). **Architecture and Neuroscience**. Espoo, Finland: Tapio Wirkkala—Rut Bryk Foundation, 2013b. Cap.2, p. 23-42.

_____. **The architect's brain**: neuroscience, creativity, and architecture. United Kingdom: Wiley-Blackwell, 2010. 288 p.

_____, e IKONOMOU, E (Eds). Empathy, form and space: Problems in German Aesthetics, 1873 -1893. Santa Monica: The Getty Center for the History of Art and the Humanities, 1994. 330 p.

MARKUS, Thomas. **Buildings and Power**: freedom and control in the orign of modern building types. London: Routledge, 1993. 343p.

MARKUS, T. A. e CAMERON, D. **The words between the spaces**: buildings and Languages. New York: Routledge, 2002. 196 p.

MAY, Kyle (Ed). Guggenheim. **Clog**, 2014. 125p.

MELTON, Arthur. **Problems of installation in museums of art.** Washington D.C.: Publications of the American Association of Museums, 1935.

MENON, Vinod et al **Salience Network**. In: TOGA, Arthur (Ed). **Brain Mapping:** an Encyclopedic Reference, Amsterdam: Elsevier, vol. 2, 2015, p. 597-611. Disponível em: https://med.stanford.edu/content/dam/sm/scsnl/documents/Menon_Salience_Network_15.pdf , acesso 14.09.19 às 19:09h

McCARTER, Robert. **The space within**: interior experience as the orign of architecture. London: Reaktion Books, 2016. 176p.

McCLELLAN, Andrew. A brief history of the art museum public. In: McCLELLAN, Andrew (Ed). **Art and its Publics**: museum studies at the millenium. Oxford: Blackwell, 2003. Cap.1, p. 1-49.

McCLELLAN, Andrew. **The art museum from Boullée to Bilbao**. Berkeley: University of California Press, 2008. 364p.

McCLELLAND, James L. eRALPH, Matthew A.L. Cognitive Neuroscience. In: SMELSER. N.J. e BALTES, P.B. (Eds), **International Encyclopedia of the Social & Behavioral Sciences**. Oxford: Pergamon, 2015, 2a edição, p. 95-102.

_____. "Know Thyself": Or what designers can learn from contemporary biological sciences. In: ROBINSON, S. e PALLASMAA, J. (Ed.), **Mind in Architecture**: neuroscience, embodiment, and the future of design. Cambridge, Massachussetts: The MIT Press, 2015. Cap. 1, p. 9-31.

MILON, Henry. Rudolf Wittkower, architectural principles in the age of humanism: its influence on the development and interpretation of modern architecture. ***Journal of the Society of Architectural Historians***, 1972. Vol. 31, n. 2, p. 83-91. Disponível em: https://www.jstor.org/stable/988682. Acesso julho 2019.

MONTANER, Josep M. **New museums**. New York: Princeton Architecture Press, 1990. 192 p.

_____. **Museus para o século XXI**. Barcelona: Editorial Gustavo Gili, 2003. 158p.

MOOS, Stanislaus V. **Le Corbusier, elements of a synthesis**. Cambridge: MIT Press, 1988, pp. 379.

_____. (2001) – ver Tzortzi 2015

MORETTI, Luigi. Structures and sequences of spaces. **Opposition**, 1959. n.4, p.123-39.

MOULIS, Antony. 'Le Corbusier's spiral: figural planning and technique in architectural design'. In: Frascari M. et al (ed.), **From models to drawings**: imagination and representation in architecture, New York: Routledge, 2007. p. 120-126.

_____. A.'Le Corbusier's horizon: technique and the architectural plan'. ***Architectural Theory Review***, 2003. Vol. 8, n. 2, p. 134-142.

_____. 'Le Corbusier, the museum projects and the spiral figured plan'. In: TAKHAR, Jaspreet (Ed.). **Celebrating Chandigarh Ahmedabad**. Ahmedabad: Mapin, 2002. 355p.

MUSE. **About us**. [S.l] [2018?]. Disponível em: <https://choosemuse.com/blog/a-deep-dive-into-brainwaves-brainwave--frequencies-explained-2/> Acesso em: 09 fev. 2020.

NAREDI-RAINER (2004) ver tzortzi 2015

NATAPOV, A.; KULIGA, S.; DALTON, R. C. et al. **Building circulation typology and space syntax predictive measures**. In: The 10th Syntax Symposium (SSS10), 2015, London. Disponível em: http://www.sss10.bartlett.ucl.ac.uk/wp content/uploads/2015/07/SSS10_Proceedings_030.pdf. Acesso abril 2016.

NEWMEYER, Fritz. **The artless world**: Mies van de Rohe and the building art. Cambridge: MIT Press, 1991. 322 p.

NEWHOUSE, Victoria. **Towards a new museum**. New York: Monacelli Press, 1998: 2006. 349 p.

NEWHOUSE, Victoria. **Art and the power of placement**. New York: The Monacelli Press, 2005. 302p.

NORBERG-SCHULZ, Christian. **Intentions in architecture. Cambridge**. The MIT Press, 1968. 296p.

NORBERG-SCHULZ, Christian. **Genius Loci**: Towards a Phenomenology of Architecture. New York. Rizzoli, 1991. 216.

O'DOHERTY, Brian. **Inside the white cube**: the ideology of the gallery space. Berkeley: University of California Press, 1999, 113 p.

OTERO-PAILOS, Jorge. **Architecture's Historical Turn**. Phenomenology and the Rise of the Postmodern. Minneapolis: University of Minnesota Press, 2010. 320 p.

PALLASMAA, Juhani. **The eyes of the skin**: Architecture and the senses. Great Britain. John Wiley & Sons, 2005. 80 p.

PALLASMAA, Juhani. Towards a Neuroscience of Architecture. In: TIDWELL, Philip (Ed). **Architecture and Neuroscience.** Espoo: Tapio Wirkkala – Rut Bryk Foundation, 2013. Cap.1, p. 5-22.

PEVSNER, Nikolaus. **A history of building types**. Princeton: Princeton University Press, 1976. 352p.

PEPONIS, John et al. Path, theme and narrative in open plan exhibition settings. In: **Proceedings of the Fourth International Space Syntax Symposium**, Londres, 2003. p. 29.1-29.20.

_____. Evaluation and Formulation in Design – the implications of morphological theories of function. **Nordisk Arkitekturforskinning**, Nordic Journal of Architectural Research, 1993. Vol. 2, p. 53-62.

_____, e HEDIN, J. The layout of theories in the Natural History Museum. **9H**, 3, 1983, p.21-26.

PFEIFFER, Bruce. **Frank Lloyd Wright**: The Guggenheim Correspondence. Carbondale: Southern Illinois University Press, 1986.308 p.

_____. Spaces for the display of fine art. In: **The Guggenheim**: Frank Lloyd Wright and the Making of the Modern Museum. Solomon R. Guggenheim Foundation, 2009. New York: Guggenheim Museum Publications. P.119-125.

PRADINUK, R. **Gallery room sequences: pedagogic, social, categoric and mnemonic effects**. Dissertação (Mestrado)-Univeristy College London, 1986.

PSARRA, Sophia. Spatial culture, way-finding and the educational message: the impact of layout on the spatial, social and educational experiences of visitors to museums and galleries. In: MACLEOD, S. (Ed). **Reshaping Museum Space:** Architecture, Design, Exhibitions. London: Routledge, 2005. Cap. 6, p. 78-94.

_____, **Architecture and narrative**: the formation of space and cultural meaning. Oxford: Routledge, 2009. 284p.

_____, **The Venice variations**: Tracing the architectural imagination.London: UCL Press, 2018. 306p.

_____, e GRAJEWSKI, T. Architecture, narrative and promenade in Benson and Forsyth's Museum of Scotland. **Architecture Research Quaterly**, 2000.Vol. 4 (2), p. 122-36.

_____, _____. Track record. **Museum Practice**, 2002. Vol. 19 (7/1), p. 36-42.

QUAINTANCE, Don. Erecting the temple of non-objectivity. In: VAIL, K. (Ed). **The Museum of Non-Objective Painting**: Hilla Rebay and the Origns of the Solomon R. Guggenheim Museum New York: Guggenheim Museum Publications, 2009. P.178-221.

RADEK, Ptak.The Frontoparietal Attention Network of the Human Brain. In: ***The Neuroscientist*** 18(5), 2011, p.502-15. Disponível em: http://www. sagepub.com/journalsPermissions.nav, DOI: 10.1177/1073858411409051, acesso 10.09.19 às 21:00h

RAJA, Raffaele. **Arquitetura Pós-Industrial**. São Paulo: Editora Perspectiva, 1993. 240p.

RHEINGOLD, Howard. **Virtual Reality**: the revolutionary technology of computer-generated artificial worlds - and how it promises to transform society. New York: Simon & Schuster, 1992. 416 p.

ROBINSON, Sarah. Introduction: Survival through design. In: ROBINSON, S. e PALLASMAA, J. (Eds.), **Mind in Architecture**: neuroscience, embodiment, and the future of design. Cambridge, Massachussetts: The MIT Press, 2015. Introduction, p. 1-7.

ROLIM, Ana L. Brasil: com corpo e alguma alma. Jornal IAB-PE, Recife, n. 51, 2002. P.28

ROLIM, Ana L. Neurociência e arquitetura: bases para uma interface. In: **Anais 2016 Seminario Nacional Pensando o Projeto Pensando a Cidade**, Goiânia: Faculdade de Artes Visuais UFG, set. 2016, p.1-17.

ROLIM, Ana L, Amorim, Luiz e Castro, Mariana. 'From Wright to Gwathmey Siegel: The case of movement in the Guggenheim museum'. In: Heitor, Tereza et al (eds), **Proceedings of the 11th International Space Syntax Symposium**, Lisboa: Instituto Superior Técnico, 2017. p. 19.1 -16.15.

ROLIM, Ana L..; AMORIM, Luiz; JABORANDY, Maria J. The galleria progressiva in the Solomon R. Guggenheim Museum and the Museum of Unlimited Growth. In: **International Symposium Formal Methods in Architecture and Urbanism**, CESAP – Cooperativa de Ensino Superior Artístico do Porto, abr. 2018, p.1-16. (Anais pendentes)

ROWE, Colin. **The matemathics of the ideal villa and other essays** 5. ed . Cambridge: The MIT Press, 1988. 223 p.

ROWE, Colin e SLUTZKY, Robert. **Transparency**: literal and phenomenal. Basel: Birkhäuser, 1997. 120p.

STAVROULAKI, G. e PEPONIS, J. The spatial construction of seeing at Castelvecchio.In: **Proceedings of theFourth International Space Syntax Symposium**, London, 2003. Vol 1, p. 66.1 -66.14.

THOMPSON, Evan et al. **The Embodied Mind**: cognitive science and human experience. Cambridge: The MIT Press, 1992. 308p.

SEARING (1986) – ver Tozortzi 2015

SIRY, Joseph. Wright's Guggenheim Museum and Later Modernist Architecture. In: Guggenheim Museum. **The Guggenheim Frank Lloyd Wright and the Making of the Modern Museum**. New York: Guggenheim Museum Publications, 2009. Cap. 2, p.38-69.

SIRY, Joseph. Frank Lloyd Wright's Guggenheim. In: **Guggenheim**. New York: Clog, 2014. p.16-17.

SMITH et al. Time spent viewing art and reading labels. **Psychology of Aesthetics, Creativity, and the Arts Journal**, 2017. Vol. 11, issue 1, p. 77-85.

Solomon R. Guggenheim Museum: an architectural appreciation. The Solomon R. Guggenheim Foundation, 2012. New York: Guggenheim Museum Publications. 76p.

SOURINA, Olga et al. Neuroscience based design: fundamentals and applications. In: **Conference of Cyberworlds** (CW), 2016. Chongqing: IEEE. Disponível em: https://ieeexplore.ieee.org/document/7756163, acesso 14.09.19 às 22:00h

SHEPHERD, Gordon. **Foundations of the neuron doctrine**. Oxford: Oxford University Press, 1991. 352p.

SPIEGELHALTER, David. **The art of statistics**: how to learn from data. New York: Basic Books, 2019. 448p.

SPRENG. R. Nathan et al, 2013. Intrinsic architecture underlying the relations among the default, dorsal attention, and frontoparietal control networks of the human brain. In: **Journal of Cognitive Neuroscience**, 2013, January, 25(1). p.74-86. Disponível em: https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/22905821, acesso 13.09.19 às 20:00h.

STAVROULAKI, Gianna e PEPONIS, John. The spatial construction of seeing at Castelvecchio. In: **Proceedings of the Fourth International Space Syntax Symposium**, London, 2003. P. 66.1 -66.8.

STEADMAN, Philip. **Architectural Morphology**: an Introduction to the geometry of building plans. London: Pion, 1983. 276p.

STERLING, Bruce. Augmented Reality: "The Ultimate Display" by Ivan Sutherland, 1965. Wired, 2009. Disponível em: https://www.wired.com/2009/09/augmented-reality-the-ultimate-display-by-ivan-sutherland-1965/>. Acesso em: 11 dez. 2018.

SUTTON, Tiffanny. **The classification of visual art**. Cambridge: Cambridge University Press, 2000. 184p.

The Guggenheim: Frank Lloyd Wright and the Making of the Modern Museum. Solomon R. Guggenheim Foundation, 2009. New York: Guggenheim Museum Publications. 228p.

THOMPSON, D'Arcy W. **On growth and form**: the complete revised edition. 1917. ed. Estados Unidos: Dover Publications, 1992. 1116 p.

TIDWELL, Philip (Ed). **Architecture and Neuroscience**. Espoo, Finlândia: Tapio Wirkkala—Rut Bryk Foundation, 2013. 79p.

TRAFTON, Anne. Controlling attention with brain waves: study shows that people can boost attention by manipulating their own alpha brain waves. News MIT, 2019. Disponível em: <http://news.mit.edu/2019/controlling-attention-brain--waves-1204>. Acesso em 3, jan. 2020.

TRÖNDLE, Martin. Space, movement and attention: affordances of the museum environment. **International Journal of Arts Management**, 2014. Vol. 17, n. 1, p. 4-17.

TURNER, Alasdair. Analysing visual morphology of spatial morphology. **Environment and Planning B: Planning and Design**, 2003. Vol.30, p. 657-676.

_____ e PENN, Alan. Encoding natural movement as an agent-based system: an investigation into human pedestrian behaviour in the built environment. **Environment and Planning B: Planning and Design**, 2002. Vol.29 (4), p. 473-490.

_____, O'SULLIVAN, D. e PENN, Alan. From isovists to visibility graphs: a methodology for the analysis of architectural space. **Environment and Planning B: Planning and Design**, 2001. Vol.28 (1), 20, p. 103-121.

_____. New Developments in Space Syntax Software. In: TURNER, A. (Ed.) **Proceedings of workshop on New Developments in Space Syntax Software**, 2007 (a). Istambul: ITU Faculty of Architecture, p. 1-51.

_____.To move through space: lines of vision and movement. In Turner, A. (ed.), ***Proceedings of Workshop on New Developments In Space Syntax Software***, Istanbul: ITU Faculty of Architecture, 2007(b), p. 37.01-37.12.

TZORTZI, Kali. Building and exhibition layout: Sainsbury Wing compared with Castelvecchio. **Architecture Research Quaterly,** 2004. Vol. 8(2), p. 128-140.

TZORTZI, Kali. **Museum space**: where architecture meets museology. London: Routledge, 2015. 320p.

_____ . An approach to the microstructure of the gallery space: the case of the Sainsbury Wing. In: **Proceedings**

of the Fourth International Space Syntax Symposium, London, 2003. P. 67.1 -67.16.

VAIL, Karole. (Ed). **The Museum of Non-Objective Painting**: Hilla Rebay and the Origns of the Solomon R. Guggenheim Museum. New York: Guggenheim Museum Publications, 2009a. 351 p.

_____. A museum in the making: two artists and their patron – Hilla Rebay, Rudolf Bauer and Solomon R. Guggenheim. In: VAIL, K. (Ed). **The Museum of Non-Objective Painting**: Hilla Rebay and the Origns of the Solomon R. Guggenheim Museum New York: Guggenheim Museum Publications, 2009b. P.25-55.

_____. Inaugural exhibition, 24 East 54th Street. In: VAIL, K. (Ed). **The Museum of Non-Objective Painting**: Hilla Rebay and the Origns of the Solomon R. Guggenheim Museum New York: Guggenheim Museum Publications, 2009c. P.57-117.

_____. History of temporary and traveling exhibitions. In: VAIL, K. (Ed). **The Museum of Non-Objective Painting**: Hilla Rebay and the Origns of the Solomon R. Guggenheim Museum New York: Guggenheim Museum Publications, 2009d. P.246-325.

VIDAL, Jacques J. Real time detection of brain events. **Proceedings of the IEE**, 1977. Vol. 65, n.5, p.633-641.

VIDLER, Anthony. Architecture's Expanded Field. **Artforum International**, 2004. Vol. 42, n.8,p. 142-147.

VISCHER, Robert et al.**Empathy, Form, and Space**: Problems in German Aesthetics, 1873-1893. Texts and Documents Series. Los Angeles: The Getty Center For The History Of Art, 1993. 342 p.

WESTON, Richard. **As mais importantes edificações do século XX**: plantas, cortes e elevações. Porto Alegre: Bookman, 2011. 256 p.

WIENER, J.M. et al. Isovist analysis captures properties os space relevant for locomotion and experience. **Perception**, 2007. Vol. 36, p. 1066-1083.

WINEMAN, J. e PEPONIS, J. "Constructing Spatial Meaning. Spatial Affordances in Museum Design." **Environment and Behavior**, 2010. Vol. 42, n. 1, p. 86–109.

_____. e DALTON, R. C. Exploring, engaging, understanding in museums. In: S**pace Syntax and Spatial Cognition Workshop: Spatial Cognition 2006**. Monograph Series of the Transregional Collaborative Research Center. Bremen: Universität Bremen, 2006, p 33-51.

WRIGHT, Frank Lloyd. **An american architecture**. New York: Architectural Press, 1955. 268p.

ZEISEL, John. **Inquiry by design**: environment / behavior / neuroscience in architecture, interiors, landscape, and

planning. New York: W.W. Norton, 2006. 400p.

ZEVI, Bruno. **Frank Lloyd Wright obras e projetos** 10. ed. São Paulo: GG Brasil, 2010. 300p.

ZHANG, Lelin et al.Spatial Cognition and Architectural Design in 4D Immersive Virtual Reality: Testing Cognition with a Novel Audiovisual CAVE-CAD Tool, University of California, San Diego, 2011. Disponível em: http://www.calit2.net/~jschulze/publications/Zhang2011b.pdf. Acesso out. 2014.

ANEXOS

ANEXO A

FUNDAÇÃO JOAQUIM NABUCO - FUNDAJ

PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: A EXPERIÊNCIA ESPACIAL NA GALERIA PROGRESSIVA: morfologia aplicada no entendimento das relações entre visitante em espaços expositivos de sequência ininterrupta

Pesquisador: ANA LUISA OLIVEIRA ROLIM

Área Temática:

Versão: 1

CAAE: 22780619.2.0000.5619

Instituição Proponente: Centro de Artes e Comunicação

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 3.644.275

Apresentação do Projeto:

Estudo morfológico da arquitetura visando o entendimento da interação entre visitantes, espaço e obras de arte em museus. É centrado na teoria da sintaxe espacial com interface com a neurociência a ser aplicado em um tipo de galeria de arte no qual os ambientes são dispostos em sequencia ininterrupta, ou com permeabilidade sequencial similar, conhecido na literatura como "galeria progressiva". Será aferido em atividades de imersão em realidade virtual de algumas variações hipotéticas de leiautes expositivos - navegação 3D em ambiente fechado com espaço livre adequado, e aferição da medida de foco com o uso de dispositivos (óculos 3D e fone de ouvido BCI) conectados a um computador de mesa e a um aparelho de telefone celular.

Objetivo da Pesquisa:

Geral: Analisar a experiência espacial em uma "galeria progressiva" a partir da aferição do nível de facilidade de navegação mediante a oferta de opções de rotas e da copresença de usuários relativamente ao nível de foco de interesse dos visitantes no espaço e em obras de arte.

Específicos: revisar as precedências no campo da teoria da sintaxe espacial sobre aspectos de configuração espacial, cognição, percepção e espaço visual em museus, inclusive aquelas que tenham explorado a interface com a neurociência; discutir a relação entre os circuito da atenção dorsal e da rede de modo padrão, e a medida de foco, apontando o impacto que esta pode ter no

Endereço: Rua Dois Irmãos, 92
Bairro: APIPUCOS **CEP:** 52.071-440
UF: PE **Município:** RECIFE
Telefone: (81)3073-6498 **E-mail:** cep.fundaj@fundaj.gov.br



entendimento da experiência de indivíduos no espaço; contextualizar o conceito de galeria progressiva enquanto um tipo de espaço expositivo que faz parte da tradição da produção de espaços expositivos; analisar morfologicamente a aplicação da galeria progressiva em duas propostas de museus (Solomon R. Guggenheim e Museu do Crescimento Ilimitado); gerar e analisar morfologicamente variações hipotéticas de leiautes de galerias progressivas através da aferição de propriedades espaciais relacionadas ao movimento e à visão, comuns ao campo da sintaxe espacial; gerar e analisar morfologicamente variações hipotéticas de leiautes de galerias progressivas através da aferição de propriedades espaciais relacionadas ao movimento e à visão, comuns ao campo da sintaxe espacial.

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

Benefícios: fornecer maior entendimento biológico sobre quem são as pessoas para as quais os espaços são projetados; indicação de que as novas ciências, como a neurociência, e as ciências humanas, como a arquitetura, têm muito a contribuir entre si; é importante
que ambientes fechados sejam melhor projetados para atender às necessidades de seus usuários, pois, se espaços mal projetados têm impacto negativo direto no bem estar humano, o entendimento de condições que venham a estimular relações mais positivas entre usuário e ambiente construído, interesse desta pesquisa, pode, a longo prazo, beneficiar o bem estar de uma sociedade; voluntários participantes poderiam receber benefício indiretamente ao contribuir com um estudo que visa estimular o entendimento e produção de espaços mais
compatíveis ao bom desempenho de funções humanas e teriam acesso a dispositivos avançados de impacto da experiência humana em ambientes construídos, o que, já que são estudantes de arquitetura e arquitetos.

Riscos: voluntários serão arquitetos e estudantes de arquitetura; não é previsto nenhum tipo de risco à integridade física dos voluntários; pressupõe-se como improvável a possibilidade de risco de arrependimentos futuros que possam vir a ter por haver participado do experimento de navegação em realidade virtual e questionários que o sucederiam; prevê-se como condição negativa um possível incômodo do voluntário devido ao uso dos dispositivos do tipo headphone e óculos 3D, o qual pretende-se sanar (assim como
qualquer outro importuno que venha a acontecer), cessando imediatamente o procedimento e concedendo o tempo que o voluntário julgar necessário para que sinta-se confortável para retomar as atividades ou, caso prefira, as interromper em definitivo; será concedida total liberdade de decisão ao voluntário caso este, por algum motivo, opte por não responder a uma ou mais

FUNDAÇÃO JOAQUIM NABUCO - FUNDAJ



perguntas/tarefas do questionário que se pretende aplicar após o experimento de navegação.

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

A pesquisa apresenta informações suficientes quanto ao procedimento/experimento que será realizado. Considerando a proposta de obter resultados inéditos na relação entre arquitetura e neurociência, não se visualiza outro modo de se realizar o estudo que não seja com os equipamentos indicados. Uma vez que os voluntários são sujeitos inseridos no próprio campo profissional e científico, é de se supor que já disporão de discernimento suficiente para se submeterem ao experimento com plena ciência do que se trata e por livre iniciativa.

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

Os documentos são adequados em forma e conteúdo e ressaltam a segurança em relação a identificação dos participantes.

Recomendações:

Não se aplicam.

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

A pesquisa encontra-se em nível avançado de amadurecimento e cumpre com as exigências e apresenta as devidas precauções.

Considerações Finais a critério do CEP:

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO_1438329.pdf	04/10/2019 09:33:32		Aceito
Outros	Curriculo_Lattes.pdf	04/10/2019 09:32:43	ANA LUISA OLIVEIRA ROLIM	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLE.pdf	03/10/2019 15:27:47	ANA LUISA OLIVEIRA ROLIM	Aceito
Outros	Local_e_equipamento_para_experimentos.pdf	02/10/2019 20:22:08	ANA LUISA OLIVEIRA ROLIM	Aceito
Outros	Modelos_questionarios.pdf	02/10/2019 20:20:54	ANA LUISA OLIVEIRA ROLIM	Aceito
Outros	Termo_de_anuencia.pdf	02/10/2019 20:00:10	ANA LUISA OLIVEIRA ROLIM	Aceito

Endereço: Rua Dois Irmãos, 92
Bairro: APIPUCOS **CEP:** 52.071-440
UF: PE **Município:** RECIFE
Telefone: (81)3073-6498 **E-mail:** cep.fundaj@fundaj.gov.br

FUNDAÇÃO JOAQUIM NABUCO - FUNDAJ

Continuação do Parecer: 3.644.275

Cronograma	Cronograma_Geral.docx	02/10/2019 19:58:32	ANA LUISA OLIVEIRA ROLIM	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	Projeto_de_Pesquisa.docx	02/10/2019 19:57:47	ANA LUISA OLIVEIRA ROLIM	Aceito
Folha de Rosto	Folha_de_Rosto.pdf	02/10/2019 19:55:21	ANA LUISA OLIVEIRA ROLIM	Aceito

Situação do Parecer:
Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:
Não

RECIFE, 16 de Outubro de 2019

Assinado por:
Janirza Cavalcante da Rocha Lima
(Coordenador(a))

Endereço: Rua Dois Irmãos, 92
Bairro: APIPUCOS **CEP:** 52.071-440
UF: PE **Município:** RECIFE
Telefone: (81)3073-6498 **E-mail:** cep.fundaj@fundaj.gov.br

ANEXO B

Programa de Pós-graduação em Desenvolvimento Urbano
Universidade Federal de Pernambuco

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

(PARA MAIORES DE 18 ANOS OU EMANCIPADOS)

Convidamos o (a) Sr. (a) para participar como voluntário (a) da pesquisa **"**A Experiência espacial na galeria progressiva: morfologia e neurociência aplicadas no entendimento das relações entre visitante em espaços expositivos de sequência ininterrupta", que está sob a responsabilidade do (a) pesquisador (a) Ana Luisa Oliveira Rolim, residente à rua Luiz Pimentel, 124, Boa Viagem, Recife-PE, 51020-350, telefone 81.99639.8995, e-mail analuisanyc@gmail.com.

Todas as suas dúvidas podem ser esclarecidas com o responsável por esta pesquisa. Apenas quando todos os esclarecimentos forem dados e você concorde com a realização do estudo, pedimos que rubrique as folhas e assine ao final deste documento, que está em duas vias. Uma via lhe será entregue e a outra ficará com o pesquisador responsável.

Você estará livre para decidir participar ou recusar-se. Caso não aceite participar, não haverá nenhum problema, desistir é um direito seu, bem como será possível retirar o consentimento em qualquer fase da pesquisa, também sem nenhuma penalidade.

INFORMAÇÕES SOBRE A PESQUISA:

O objetivo geral do estudo é analisar a experiência espacial em um tipo de espaço expositivo denominado galeria progressiva, avaliando em que medida é possível conciliar a facilidade de navegação que este tipo de galeria apresenta à oferta de mais opções de rotas e presença de usuários, ao mesmo tempo que seja mantido um bom nível de foco de interesse dos visitantes com o espaço e obras de arte. O estudo traz como inovação o uso da imersão em realidade virtual e a união entre os campos da arquitetura e neurociência, que tem o potencial de informar sobre experiências cognitivas produzidas pelo cérebro humano em ambientes construídos, levando não só ao entendimento, mas inclusive à produção de espaços mais compatíveis ao bom desempenho de funções humanas.

Visando complementar a análise morfológica dos espaços, a participação de seres humanos no referido estudo será na navegação em três ambientes virtuais de galerias de arte enquanto é medido o nível do seu foco de atenção no espaço e em obras de arte neste localizadas. Durante a navegação os voluntários usarão um *headphone* sem fio, conectado via *bluetooth* ao telefone celular do pesquisador, para monitoramento da atividade em seu cérebro, além de um par de óculos 3D e um controle de mão do tipo *joystick*. Após a navegação, os voluntários deverão responder um questionário sobre os espaços que percorreram, apontando, nestes, locais e obras de arte que mais e menos gostou, que visualizou com maior e menor clareza, e em que posições faria uma fotografia do espaço e de si mesmo (*selfie*). Caso a galeria virtual visitada tenha obras de arte dispostas, estas serão telas de autoria da artista plástica norte-americana, Zoe Leonard, que tem adotado os temas de masculinidade versus feminilidade e os desafios de ser jovem, possuindo obras exibidas internacionalmente desde 1990 em renomados museus.

Os voluntários podem esperar como benefício maior contribuir com um estudo que visa estimular o entendimento e produção de espaços mais adequados às atividades humanas, tendo acesso a dispositivos avançados de medição do impacto da experiência humana em ambientes construídos, o que, poderia, de alguma forma, estimulá-los rumo a futuras explorações desta natureza. Quanto aos possíveis desconfortos e riscos decorrentes do estudo, levando-se em conta que é uma pesquisa, e os resultados positivos ou negativos somente serão obtidos após a sua realização, mesmo que não esteja previsto nenhum risco à integridade física dos voluntários, é possível que haja um certo incômodo devido ao uso do dispositivo de cabeça e óculos 3D. Caso o problema ocorra, o procedimento será imediatamente interrompido e aos voluntários será dado o tempo que julgarem necessário para retomar as atividades ou, caso prefiram, cessá-las em definitivo. Similarmente, também será concedida aos voluntários total liberdade de decisão caso, por algum motivo, optem por não responder a uma ou mais perguntas do questionário a ser aplicado após o experimento de navegação.

Todas as informações desta pesquisa serão confidenciais e serão divulgadas apenas em eventos ou publicações científicas, não havendo identificação dos voluntários, a não ser entre os responsáveis pelo estudo, sendo assegurado o sigilo sobre a sua participação. Os dados coletados nesta pesquisa (percursos identificados durante navegação em ambiente virtual e repostas em questionário subsequente à primeira), ficarão armazenados em meu computador pessoal sob a responsabilidade do pesquisador, no endereço acima informado, pelo período de mínimo 5 anos. Nada lhe será pago e nem será cobrado para participar desta pesquisa, pois a aceitação é voluntária, mas fica também garantida a indenização em casos de danos, comprovadamente decorrentes da participação na pesquisa, conforme decisão judicial ou extra-judicial. Se houver necessidade, as despesas para a sua participação serão assumidas pelos pesquisadores (ressarcimento de transporte e alimentação). Em caso de dúvidas relacionadas aos aspectos éticos deste estudo, você poderá consultar o Comitê de Ética em Pesquisa envolvendo seres humanos na Fundaj (CEP/Fundaj) no endereço: **(Av. Dezessete de Agosto, 2187, Casa Forte, Recife-PE, CEP: 52061-540, Tel.: (81) 3073-636 – e-mail: cep.fundaj@fundaj.gov.br).**

Analuisa O. Rolim

_____

(assinatura do pesquisador)

CONSENTIMENTO DA PARTICIPAÇÃO DA PESSOA COMO VOLUNTÁRIO (A)

Eu, Lucas Felliphe Santos de Mello, CPF 051.729.174-62, abaixo assinado, após a leitura (ou a escuta da leitura) deste documento e de ter tido a oportunidade de conversar e ter esclarecido as minhas dúvidas com o pesquisador responsável, concordo em participar do estudo **"**A Experiência espacial na galeria progressiva: morfologia e neurociência aplicadas no entendimento das relações entre visitante em espaços expositivos de sequência ininterrupta", como voluntário (a). Fui devidamente informado (a) e esclarecido (a) pelo(a) pesquisador (a) sobre a pesquisa, os procedimentos nela envolvidos, assim como os possíveis riscos e benefícios decorrentes de minha participação. Foi-me garantido que posso retirar o meu consentimento a qualquer momento, sem que isto leve a qualquer penalidade ou interrupção de meu acompanhamento/ assistência/tratamento.

Impressão digital (opcional)

Local e data Recife, 21 de Novembro, 2019
Assinatura do participante: Lucas Mello

Presenciamos a solicitação de consentimento, esclarecimentos sobre a pesquisa e o aceite do voluntário em participar. (02 testemunhas não ligadas à equipe de pesquisadores):

Nome: Larissa Ferreira Falavigna	Nome: André Felipe da Silva Figueiredo
Assinatura: Larissa F Falavigna	Assinatura: André Felipe da Silva Figueiredo

ANEXO C

Programa de Pós-graduação em Desenvolvimento Urbano
Universidade Federal de Pernambuco

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

(PARA MAIORES DE 18 ANOS OU EMANCIPADOS)

Convidamos o (a) Sr. (a) para participar como voluntário (a) da pesquisa **"**A Experiência espacial na galeria progressiva: morfologia e neurociência aplicadas no entendimento das relações entre visitante em espaços expositivos de sequência ininterrupta", que está sob a responsabilidade do (a) pesquisador (a) Ana Luisa Oliveira Rolim, residente à rua Luiz Pimentel, 124, Boa Viagem, Recife-PE, 51020-350, telefone 81.99639.8995, e-mail analuisanyc@gmail.com.

Todas as suas dúvidas podem ser esclarecidas com o responsável por esta pesquisa. Apenas quando todos os esclarecimentos forem dados e você concorde com a realização do estudo, pedimos que rubrique as folhas e assine ao final deste documento, que está em duas vias. Uma via lhe será entregue e a outra ficará com o pesquisador responsável.

Você estará livre para decidir participar ou recusar-se. Caso não aceite participar, não haverá nenhum problema, desistir é um direito seu, bem como será possível retirar o consentimento em qualquer fase da pesquisa, também sem nenhuma penalidade.

INFORMAÇÕES SOBRE A PESQUISA:

O objetivo geral do estudo é analisar a experiência espacial em um tipo de espaço expositivo denominado galeria progressiva, avaliando em que medida é possível conciliar a facilidade de navegação que este tipo de galeria apresenta à oferta de mais opções de rotas e presença de usuários, ao mesmo tempo que seja mantido um bom nível de foco de interesse dos visitantes com o espaço e obras de arte. O estudo traz como inovação o uso da imersão em realidade virtual e a união entre os campos da arquitetura e neurociência, que tem o potencial de informar sobre experiências cognitivas produzidas pelo cérebro humano em ambientes construídos, levando não só ao entendimento, mas inclusive à produção de espaços mais compatíveis ao bom desempenho de funções humanas.

Visando complementar a análise morfológica dos espaços, a participação de seres humanos no referido estudo será na navegação em três ambientes virtuais de galerias de arte enquanto é medido o nível do seu foco de atenção no espaço e em obras de arte neste localizadas. Durante a navegação os voluntários usarão um *headphone* sem fio, conectado via *bluetooth* ao telefone celular do pesquisador, para monitoramento da atividade em seu cérebro, além de um par de óculos 3D e um controle de mão do tipo *joystick*. Após a navegação, os voluntários deverão responder um questionário sobre os espaços que percorreram, apontando, nestes, locais e obras de arte que mais e menos gostou, que visualizou com maior e menor clareza, e em que posições faria uma fotografia do espaço e de si mesmo (*selfie*). Caso a galeria virtual visitada tenha obras de arte dispostas, estas serão telas de autoria da artista plástica norte-americana, Zoe Leonard, que tem adotado os temas de masculinidade versus feminilidade e os desafios de ser jovem, possuindo obras exibidas internacionalmente desde 1990 em renomados museus.

Os voluntários podem esperar como benefício maior contribuir com um estudo que visa estimular o entendimento e produção de espaços mais adequados às atividades humanas, tendo acesso a dispositivos avançados de medição do impacto da experiência humana em ambientes construídos, o que, poderia, de alguma forma, estimulá-los rumo a futuras explorações desta natureza. Quanto aos possíveis desconfortos e riscos decorrentes do estudo, levando-se em conta que é uma pesquisa, e os resultados positivos ou negativos somente serão obtidos após a sua realização, mesmo que não esteja previsto nenhum risco à integridade física dos voluntários, é possível que haja um certo incômodo devido ao uso do dispositivo de cabeça e óculos 3D. Caso o problema ocorra, o procedimento será imediatamente interrompido e aos voluntários será dado o tempo que julgarem necessário para retomar as atividades ou, caso prefiram, cessá-las em definitivo. Similarmente, também será concedida aos voluntários total liberdade de decisão caso, por algum motivo, optem por não responder a uma ou mais perguntas do questionário a ser aplicado após o experimento de navegação.

Todas as informações desta pesquisa serão confidenciais e serão divulgadas apenas em eventos ou publicações científicas, não havendo identificação dos voluntários, a não ser entre os responsáveis pelo estudo, sendo assegurado o sigilo sobre a sua participação. Os dados coletados nesta pesquisa (percursos identificados durante navegação em ambiente virtual e repostas em questionário subsequente à primeira), ficarão armazenados em meu computador pessoal sob a responsabilidade do pesquisador, no endereço acima informado, pelo período de mínimo 5 anos. Nada lhe será pago e nem será cobrado para participar desta pesquisa, pois a aceitação é voluntária, mas fica também garantida a indenização em casos de danos, comprovadamente decorrentes da participação na pesquisa, conforme decisão judicial ou extra-judicial. Se houver necessidade, as despesas para a sua participação serão assumidas pelos pesquisadores (ressarcimento de transporte e alimentação). Em caso de dúvidas relacionadas aos aspectos éticos deste estudo, você poderá consultar o Comitê de Ética em Pesquisa envolvendo seres humanos na Fundaj (CEP/Fundaj) no endereço: **(Av. Dezessete de Agosto, 2187, Casa Forte, Recife-PE, CEP: 52061-540, Tel.: (81) 3073-636 – e-mail: cep.fundaj@fundaj.gov.br).**

AnaluisaO.Rolim

_____

(assinatura do pesquisador)

CONSENTIMENTO DA PARTICIPAÇÃO DA PESSOA COMO VOLUNTÁRIO (A)

Eu, Maria Eduarda Coutinho, CPF 112.741.454-22, abaixo assinado, após a leitura (ou a escuta da leitura) deste documento e de ter tido a oportunidade de conversar e ter esclarecido as minhas dúvidas com o pesquisador responsável, concordo em participar do estudo **"**A Experiência espacial na galeria progressiva: morfologia e neurociência aplicadas no entendimento das relações entre visitante em espaços expositivos de sequência ininterrupta", como voluntário (a). Fui devidamente informado (a) e esclarecido (a) pelo(a) pesquisador (a) sobre a pesquisa, os procedimentos nela envolvidos, assim como os possíveis riscos e benefícios decorrentes de minha participação. Foi-me garantido que posso retirar o meu consentimento a qualquer momento, sem que isto leve a qualquer penalidade ou interrupção de meu acompanhamento/ assistência/tratamento.

Local e data Recife, 22 de Novembro, 2019
Assinatura do participante: Maria Eduarda de O. Coutinho

Impressão digital (opcional)

Presenciamos a solicitação de consentimento, esclarecimentos sobre a pesquisa e o aceite do voluntário em participar. (02 testemunhas não ligadas à equipe de pesquisadores):

Nome: Larissa Ferreira Falavigna	Nome: André Felipe da Silva Figueiredo
Assinatura: Larissa F. Falavigna	Assinatura: André Felipe da Silva Figueiredo

ANEXO D

Programa de Pós-graduação em Desenvolvimento Urbano
Universidade Federal de Pernambuco

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

(PARA MAIORES DE 18 ANOS OU EMANCIPADOS)

Convidamos o (a) Sr. (a) para participar como voluntário (a) da pesquisa **"**A Experiência espacial na galeria progressiva: morfologia e neurociência aplicadas no entendimento das relações entre visitante em espaços expositivos de sequência ininterrupta", que está sob a responsabilidade do (a) pesquisador (a) Ana Luisa Oliveira Rolim, residente à rua Luiz Pimentel, 124, Boa Viagem, Recife-PE, 51020-350, telefone 81.99639.8995, e-mail analuisanyc@gmail.com.

Todas as suas dúvidas podem ser esclarecidas com o responsável por esta pesquisa. Apenas quando todos os esclarecimentos forem dados e você concorde com a realização do estudo, pedimos que rubrique as folhas e assine ao final deste documento, que está em duas vias. Uma via lhe será entregue e a outra ficará com o pesquisador responsável.

Você estará livre para decidir participar ou recusar-se. Caso não aceite participar, não haverá nenhum problema, desistir é um direito seu, bem como será possível retirar o consentimento em qualquer fase da pesquisa, também sem nenhuma penalidade.

INFORMAÇÕES SOBRE A PESQUISA:

O objetivo geral do estudo é analisar a experiência espacial em um tipo de espaço expositivo denominado galeria progressiva, avaliando em que medida é possível conciliar a facilidade de navegação que este tipo de galeria apresenta à oferta de mais opções de rotas e presença de usuários, ao mesmo tempo que seja mantido um bom nível de foco de interesse dos visitantes com o espaço e obras de arte. O estudo traz como inovação o uso da imersão em realidade virtual e a união entre os campos da arquitetura e neurociência, que tem o potencial de informar sobre experiências cognitivas produzidas pelo cérebro humano em ambientes construídos, levando não só ao entendimento, mas inclusive à produção de espaços mais compatíveis ao bom desempenho de funções humanas.

Visando complementar a análise morfológica dos espaços, a participação de seres humanos no referido estudo será na navegação em três ambientes virtuais de galerias de arte enquanto é medido o nível do seu foco de atenção no espaço e em obras de arte neste localizadas. Durante a navegação os voluntários usarão um *headphone* sem fio, conectado via *bluetooth* ao telefone celular do pesquisador, para monitoramento da atividade em seu cérebro, além de um par de óculos 3D e um controle de mão do tipo *joystick*. Após a navegação, os voluntários deverão responder um questionário sobre os espaços que percorreram, apontando, nestes, locais e obras de arte que mais e menos gostou, que visualizou com maior e menor clareza, e em que posições faria uma fotografia do espaço e de si mesmo (*selfie*). Caso a galeria virtual visitada tenha obras de arte dispostas, estas serão telas de autoria da artista plástica norte-americana, Zoe Leonard, que tem adotado os temas de masculinidade versus feminilidade e os desafios de ser jovem, possuindo obras exibidas internacionalmente desde 1990 em renomados museus.

Os voluntários podem esperar como benefício maior contribuir com um estudo que visa estimular o entendimento e produção de espaços mais adequados às atividades humanas, tendo acesso a dispositivos avançados de medição do impacto da experiência humana em ambientes construídos, o que, poderia, de alguma forma, estimulá-los rumo a futuras explorações desta natureza. Quanto aos possíveis desconfortos e riscos decorrentes do estudo, levando-se em conta que é uma pesquisa, e os resultados positivos ou negativos somente serão obtidos após a sua realização, mesmo que não esteja previsto nenhum risco à integridade física dos voluntários, é possível que haja um certo incômodo devido ao uso do dispositivo de cabeça e óculos 3D. Caso o problema ocorra, o procedimento será imediatamente interrompido e aos voluntários será dado o tempo que julgarem necessário para retomar as atividades ou, caso prefiram, cessá-las em definitivo. Similarmente, também será concedida aos voluntários total liberdade de decisão caso, por algum motivo, optem por não responder a uma ou mais perguntas do questionário a ser aplicado após o experimento de navegação.

Todas as informações desta pesquisa serão confidenciais e serão divulgadas apenas em eventos ou publicações científicas, não havendo identificação dos voluntários, a não ser entre os responsáveis pelo estudo, sendo assegurado o sigilo sobre a sua participação. Os dados coletados nesta pesquisa (percursos identificados durante navegação em ambiente virtual e repostas em questionário subsequente à primeira), ficarão armazenados em meu computador pessoal sob a responsabilidade do pesquisador, no endereço acima informado, pelo período de mínimo 5 anos. Nada lhe será pago e nem será cobrado para participar desta pesquisa, pois a aceitação é voluntária, mas fica também garantida a indenização em casos de danos, comprovadamente decorrentes da participação na pesquisa, conforme decisão judicial ou extra-judicial. Se houver necessidade, as despesas para a sua participação serão assumidas pelos pesquisadores (ressarcimento de transporte e alimentação). Em caso de dúvidas relacionadas aos aspectos éticos deste estudo, você poderá consultar o Comitê de Ética em Pesquisa envolvendo seres humanos na Fundaj (CEP/Fundaj) no endereço: **(Av. Dezessete de Agosto, 2187, Casa Forte, Recife-PE, CEP: 52061-540, Tel.: (81) 3073-636 – e-mail: cep.fundaj@fundaj.gov.br).**

Analuisa O. Rolim

_____

(assinatura do pesquisador)

CONSENTIMENTO DA PARTICIPAÇÃO DA PESSOA COMO VOLUNTÁRIO (A)

Eu, Maria Eduarda Melo Monteiro de Pinho, CPF 014.373.184-01, abaixo assinado, após a leitura (ou a escuta da leitura) deste documento e de ter tido a oportunidade de conversar e ter esclarecido as minhas dúvidas com o pesquisador responsável, concordo em participar do estudo **"**A Experiência espacial na galeria progressiva: morfologia e neurociência aplicadas no entendimento das relações entre visitante em espaços expositivos de sequência ininterrupta", como voluntário (a). Fui devidamente informado (a) e esclarecido (a) pelo(a) pesquisador (a) sobre a pesquisa, os procedimentos nela envolvidos, assim como os possíveis riscos e benefícios decorrentes de minha participação. Foi-me garantido que posso retirar o meu consentimento a qualquer momento, sem que isto leve a qualquer penalidade ou interrupção de meu acompanhamento/ assistência/tratamento.

Local e data Recife, 22 de Novembro, 2019
Assinatura do participante: Maria Eduarda Melo Monteiro de Pinho

Impressão digital (opcional)

Presenciamos a solicitação de consentimento, esclarecimentos sobre a pesquisa e o aceite do voluntário em participar. (02 testemunhas não ligadas à equipe de pesquisadores):

Nome: Larissa Ferreira Falavigna	Nome: André Felipe da Silva Figueiredo
Assinatura: Larissa F. Falavigna	Assinatura: André Felipe da Silva Figueiredo

ANEXO E

Programa de Pós-graduação em Desenvolvimento Urbano
Universidade Federal de Pernambuco

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

(PARA MAIORES DE 18 ANOS OU EMANCIPADOS)

Convidamos o (a) Sr. (a) para participar como voluntário (a) da pesquisa **"**A Experiência espacial na galeria progressiva: morfologia e neurociência aplicadas no entendimento das relações entre visitante em espaços expositivos de sequência ininterrupta", que está sob a responsabilidade do (a) pesquisador (a) Ana Luisa Oliveira Rolim, residente à rua Luiz Pimentel, 124, Boa Viagem, Recife-PE, 51020-350, telefone 81.99639.8995, e-mail analuisanyc@gmail.com.

Todas as suas dúvidas podem ser esclarecidas com o responsável por esta pesquisa. Apenas quando todos os esclarecimentos forem dados e você concorde com a realização do estudo, pedimos que rubrique as folhas e assine ao final deste documento, que está em duas vias. Uma via lhe será entregue e a outra ficará com o pesquisador responsável.

Você estará livre para decidir participar ou recusar-se. Caso não aceite participar, não haverá nenhum problema, desistir é um direito seu, bem como será possível retirar o consentimento em qualquer fase da pesquisa, também sem nenhuma penalidade.

INFORMAÇÕES SOBRE A PESQUISA:

O objetivo geral do estudo é analisar a experiência espacial em um tipo de espaço expositivo denominado galeria progressiva, avaliando em que medida é possível conciliar a facilidade de navegação que este tipo de galeria apresenta à oferta de mais opções de rotas e presença de usuários, ao mesmo tempo que seja mantido um bom nível de foco de interesse dos visitantes com o espaço e obras de arte. O estudo traz como inovação o uso da imersão em realidade virtual e a união entre os campos da arquitetura e neurociência, que tem o potencial de informar sobre experiências cognitivas produzidas pelo cérebro humano em ambientes construídos, levando não só ao entendimento, mas inclusive à produção de espaços mais compatíveis ao bom desempenho de funções humanas.

Visando complementar a análise morfológica dos espaços, a participação de seres humanos no referido estudo será na navegação em três ambientes virtuais de galerias de arte enquanto é medido o nível do seu foco de atenção no espaço e em obras de arte neste localizadas. Durante a navegação os voluntários usarão um *headphone* sem fio, conectado via *bluetooth* ao telefone celular do pesquisador, para monitoramento da atividade em seu cérebro, além de um par de óculos 3D e um controle de mão do tipo *joystick*. Após a navegação, os voluntários deverão responder um questionário sobre os espaços que percorreram, apontando, nestes, locais e obras de arte que mais e menos gostou, que visualizou com maior e menor clareza, e em que posições faria uma fotografia do espaço e de si mesmo (*selfie*). Caso a galeria virtual visitada tenha obras de arte dispostas, estas serão telas de autoria da artista plástica norte-americana, Zoe Leonard, que tem adotado os temas de masculinidade versus feminilidade e os desafios de ser jovem, possuindo obras exibidas internacionalmente desde 1990 em renomados museus.

Os voluntários podem esperar como benefício maior contribuir com um estudo que visa estimular o entendimento e produção de espaços mais adequados às atividades humanas, tendo acesso a dispositivos avançados de medição do impacto da experiência humana em ambientes construídos, o que, poderia, de alguma forma, estimulá-los rumo a futuras explorações desta natureza. Quanto aos possíveis desconfortos e riscos decorrentes do estudo, levando-se em conta que é uma pesquisa, e os resultados positivos ou negativos somente serão obtidos após a sua realização, mesmo que não esteja previsto nenhum risco à integridade física dos voluntários, é possível que haja um certo incômodo devido ao uso do dispositivo de cabeça e óculos 3D. Caso o problema ocorra, o procedimento será imediatamente interrompido e aos voluntários será dado o tempo que julgarem necessário para retomar as atividades ou, caso prefiram, cessá-las em definitivo. Similarmente, também será concedida aos voluntários total liberdade de decisão caso, por algum motivo, optem por não responder a uma ou mais perguntas do questionário a ser aplicado após o experimento de navegação.

Todas as informações desta pesquisa serão confidenciais e serão divulgadas apenas em eventos ou publicações científicas, não havendo identificação dos voluntários, a não ser entre os responsáveis pelo estudo, sendo assegurado o sigilo sobre a sua participação. Os dados coletados nesta pesquisa (percursos identificados durante navegação em ambiente virtual e repostas em questionário subsequente à primeira), ficarão armazenados em meu computador pessoal sob a responsabilidade do pesquisador, no endereço acima informado, pelo período de mínimo 5 anos. Nada lhe será pago e nem será cobrado para participar desta pesquisa, pois a aceitação é voluntária, mas fica também garantida a indenização em casos de danos, comprovadamente decorrentes da participação na pesquisa, conforme decisão judicial ou extra-judicial. Se houver necessidade, as despesas para a sua participação serão assumidas pelos pesquisadores (ressarcimento de transporte e alimentação). Em caso de dúvidas relacionadas aos aspectos éticos deste estudo, você poderá consultar o Comitê de Ética em Pesquisa envolvendo seres humanos na Fundaj (CEP/Fundaj) no endereço: **(Av. Dezessete de Agosto, 2187, Casa Forte, Recife-PE, CEP: 52061-540, Tel.: (81) 3073-636 – e-mail: cep.fundaj@fundaj.gov.br).**

Analuisa O. Rolim

_____

(assinatura do pesquisador)

CONSENTIMENTO DA PARTICIPAÇÃO DA PESSOA COMO VOLUNTÁRIO (A)

Eu, Mariana Caldas, CPF 112.830.184-97, abaixo assinado, após a leitura (ou a escuta da leitura) deste documento e de ter tido a oportunidade de conversar e ter esclarecido as minhas dúvidas com o pesquisador responsável, concordo em participar do estudo **"**A Experiência espacial na galeria progressiva: morfologia e neurociência aplicadas no entendimento das relações entre visitante em espaços expositivos de sequência ininterrupta", como voluntário (a). Fui devidamente informado (a) e esclarecido (a) pelo(a) pesquisador (a) sobre a pesquisa, os procedimentos nela envolvidos, assim como os possíveis riscos e benefícios decorrentes de minha participação. Foi-me garantido que posso retirar o meu consentimento a qualquer momento, sem que isto leve a qualquer penalidade ou interrupção de meu acompanhamento/ assistência/tratamento.

Local e data Recife, 23 de Novembro, 2019
Assinatura do participante: Mariana Caldas

Impressão digital (opcional)

Presenciamos a solicitação de consentimento, esclarecimentos sobre a pesquisa e o aceite do voluntário em participar. (02 testemunhas não ligadas à equipe de pesquisadores):

Nome: Larissa Ferreira Falavigna	Nome: André Felipe da Silva Figueiredo
Assinatura: Larissa F. Falavigna	Assinatura: André Felipe da Silva Figueiredo

ANEXO F

Programa de Pós-graduação em Desenvolvimento Urbano
Universidade Federal de Pernambuco

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

(PARA MAIORES DE 18 ANOS OU EMANCIPADOS)

Convidamos o (a) Sr. (a) para participar como voluntário (a) da pesquisa **"**A Experiência espacial na galeria progressiva: morfologia e neurociência aplicadas no entendimento das relações entre visitante em espaços expositivos de sequência ininterrupta", que está sob a responsabilidade do (a) pesquisador (a) Ana Luisa Oliveira Rolim, residente à rua Luiz Pimentel, 124, Boa Viagem, Recife-PE, 51020-350, telefone 81.99639.8995, e-mail analuisanyc@gmail.com.

Todas as suas dúvidas podem ser esclarecidas com o responsável por esta pesquisa. Apenas quando todos os esclarecimentos forem dados e você concorde com a realização do estudo, pedimos que rubrique as folhas e assine ao final deste documento, que está em duas vias. Uma via lhe será entregue e a outra ficará com o pesquisador responsável.

Você estará livre para decidir participar ou recusar-se. Caso não aceite participar, não haverá nenhum problema, desistir é um direito seu, bem como será possível retirar o consentimento em qualquer fase da pesquisa, também sem nenhuma penalidade.

INFORMAÇÕES SOBRE A PESQUISA:

O objetivo geral do estudo é analisar a experiência espacial em um tipo de espaço expositivo denominado galeria progressiva, avaliando em que medida é possível conciliar a facilidade de navegação que este tipo de galeria apresenta à oferta de mais opções de rotas e presença de usuários, ao mesmo tempo que seja mantido um bom nível de foco de interesse dos visitantes com o espaço e obras de arte. O estudo traz como inovação o uso da imersão em realidade virtual e a união entre os campos da arquitetura e neurociência, que tem o potencial de informar sobre experiências cognitivas produzidas pelo cérebro humano em ambientes construídos, levando não só ao entendimento, mas inclusive à produção de espaços mais compatíveis ao bom desempenho de funções humanas.

Visando complementar a análise morfológica dos espaços, a participação de seres humanos no referido estudo será na navegação em três ambientes virtuais de galerias de arte enquanto é medido o nível do seu foco de atenção no espaço e em obras de arte neste localizadas. Durante a navegação os voluntários usarão um *headphone* sem fio, conectado via *bluetooth* ao telefone celular do pesquisador, para monitoramento da atividade em seu cérebro, além de um par de óculos 3D e um controle de mão do tipo *joystick*. Após a navegação, os voluntários deverão responder um questionário sobre os espaços que percorreram, apontando, nestes, locais e obras de arte que mais e menos gostou, que visualizou com maior e menor clareza, e em que posições faria uma fotografia do espaço e de si mesmo (*selfie*). Caso a galeria virtual visitada tenha obras de arte dispostas, estas serão telas de autoria da artista plástica norte-americana, Zoe Leonard, que tem adotado os temas de masculinidade versus feminilidade e os desafios de ser jovem, possuindo obras exibidas internacionalmente desde 1990 em renomados museus.

Os voluntários podem esperar como benefício maior contribuir com um estudo que visa estimular o entendimento e produção de espaços mais adequados às atividades humanas, tendo acesso a dispositivos avançados de medição do impacto da experiência humana em ambientes construídos, o que, poderia, de alguma forma, estimulá-los rumo a futuras explorações desta natureza. Quanto aos possíveis desconfortos e riscos decorrentes do estudo, levando-se em conta que é uma pesquisa, e os resultados positivos ou negativos somente serão obtidos após a sua realização, mesmo que não esteja previsto nenhum risco à integridade física dos voluntários, é possível que haja um certo incômodo devido ao uso do dispositivo de cabeça e óculos 3D. Caso o problema ocorra, o procedimento será imediatamente interrompido e aos voluntários será dado o tempo que julgarem necessário para retomar as atividades ou, caso prefiram, cessá-las em definitivo. Similarmente, também será concedida aos voluntários total liberdade de decisão caso, por algum motivo, optem por não responder a uma ou mais perguntas do questionário a ser aplicado após o experimento de navegação.

Todas as informações desta pesquisa serão confidenciais e serão divulgadas apenas em eventos ou publicações científicas, não havendo identificação dos voluntários, a não ser entre os responsáveis pelo estudo, sendo assegurado o sigilo sobre a sua participação. Os dados coletados nesta pesquisa (percursos identificados durante navegação em ambiente virtual e repostas em questionário subsequente à primeira), ficarão armazenados em meu computador pessoal sob a responsabilidade do pesquisador, no endereço acima informado, pelo período de mínimo 5 anos. Nada lhe será pago e nem será cobrado para participar desta pesquisa, pois a aceitação é voluntária, mas fica também garantida a indenização em casos de danos, comprovadamente decorrentes da participação na pesquisa, conforme decisão judicial ou extra-judicial. Se houver necessidade, as despesas para a sua participação serão assumidas pelos pesquisadores (ressarcimento de transporte e alimentação). Em caso de dúvidas relacionadas aos aspectos éticos deste estudo, você poderá consultar o Comitê de Ética em Pesquisa envolvendo seres humanos na Fundaj (CEP/Fundaj) no endereço: **(Av. Dezessete de Agosto, 2187, Casa Forte, Recife-PE, CEP: 52061-540, Tel.: (81) 3073-636 – e-mail: cep.fundaj@fundaj.gov.br).**

Analuisa O. Rolim

_____

(assinatura do pesquisador)

CONSENTIMENTO DA PARTICIPAÇÃO DA PESSOA COMO VOLUNTÁRIO (A)

Eu, Matheus Gonçalves Maciel, CPF 103.326.124-29, abaixo assinado, após a leitura (ou a escuta da leitura) deste documento e de ter tido a oportunidade de conversar e ter esclarecido as minhas dúvidas com o pesquisador responsável, concordo em participar do estudo **"**A Experiência espacial na galeria progressiva: morfologia e neurociência aplicadas no entendimento das relações entre visitante em espaços expositivos de sequência ininterrupta", como voluntário (a). Fui devidamente informado (a) e esclarecido (a) pelo(a) pesquisador (a) sobre a pesquisa, os procedimentos nela envolvidos, assim como os possíveis riscos e benefícios decorrentes de minha participação. Foi-me garantido que posso retirar o meu consentimento a qualquer momento, sem que isto leve a qualquer penalidade ou interrupção de meu acompanhamento/ assistência/tratamento.

Local e data Recife, 21 de Novembro, 2019
Assinatura do participante: _____

Impressão digital (opcional)

Presenciamos a solicitação de consentimento, esclarecimentos sobre a pesquisa e o aceite do voluntário em participar. (02 testemunhas não ligadas à equipe de pesquisadores):

Nome: Larissa Ferreira Falavigna	Nome: André Felipe da Silva Figueiredo
Assinatura: Larissa F. Falavigna	Assinatura:

ANEXO G

Programa de Pós-graduação em Desenvolvimento Urbano
Universidade Federal de Pernambuco

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

(PARA MAIORES DE 18 ANOS OU EMANCIPADOS)

Convidamos o (a) Sr. (a) para participar como voluntário (a) da pesquisa **"**A Experiência espacial na galeria progressiva: morfologia e neurociência aplicadas no entendimento das relações entre visitante em espaços expositivos de sequência ininterrupta", que está sob a responsabilidade do (a) pesquisador (a) Ana Luisa Oliveira Rolim, residente à rua Luiz Pimentel, 124, Boa Viagem, Recife-PE, 51020-350, telefone 81.99639.8995, e-mail analuisanyc@gmail.com.

Todas as suas dúvidas podem ser esclarecidas com o responsável por esta pesquisa. Apenas quando todos os esclarecimentos forem dados e você concorde com a realização do estudo, pedimos que rubrique as folhas e assine ao final deste documento, que está em duas vias. Uma via lhe será entregue e a outra ficará com o pesquisador responsável.

Você estará livre para decidir participar ou recusar-se. Caso não aceite participar, não haverá nenhum problema, desistir é um direito seu, bem como será possível retirar o consentimento em qualquer fase da pesquisa, também sem nenhuma penalidade.

INFORMAÇÕES SOBRE A PESQUISA:

O objetivo geral do estudo é analisar a experiência espacial em um tipo de espaço expositivo denominado galeria progressiva, avaliando em que medida é possível conciliar a facilidade de navegação que este tipo de galeria apresenta à oferta de mais opções de rotas e presença de usuários, ao mesmo tempo que seja mantido um bom nível de foco de interesse dos visitantes com o espaço e obras de arte. O estudo traz como inovação o uso da imersão em realidade virtual e a união entre os campos da arquitetura e neurociência, que tem o potencial de informar sobre experiências cognitivas produzidas pelo cérebro humano em ambientes construídos, levando não só ao entendimento, mas inclusive à produção de espaços mais compatíveis ao bom desempenho de funções humanas.

Visando complementar a análise morfológica dos espaços, a participação de seres humanos no referido estudo será na navegação em três ambientes virtuais de galerias de arte enquanto é medido o nível do seu foco de atenção no espaço e em obras de arte neste localizadas. Durante a navegação os voluntários usarão um *headphone* sem fio, conectado via *bluetooth* ao telefone celular do pesquisador, para monitoramento da atividade em seu cérebro, além de um par de óculos 3D e um controle de mão do tipo *joystick*. Após a navegação, os voluntários deverão responder um questionário sobre os espaços que percorreram, apontando, nestes, locais e obras de arte que mais e menos gostou, que visualizou com maior e menor clareza, e em que posições faria uma fotografia do espaço e de si mesmo (*selfie*). Caso a galeria virtual visitada tenha obras de arte dispostas, estas serão telas de autoria da artista plástica norte-americana, Zoe Leonard, que tem adotado os temas de masculinidade versus feminilidade e os desafios de ser jovem, possuindo obras exibidas internacionalmente desde 1990 em renomados museus.

Os voluntários podem esperar como benefício maior contribuir com um estudo que visa estimular o entendimento e produção de espaços mais adequados às atividades humanas, tendo acesso a dispositivos avançados de medição do impacto da experiência humana em ambientes construídos, o que, poderia, de alguma forma, estimulá-los rumo a futuras explorações desta natureza. Quanto aos possíveis desconfortos e riscos decorrentes do estudo, levando-se em conta que é uma pesquisa, e os resultados positivos ou negativos somente serão obtidos após a sua realização, mesmo que não esteja previsto nenhum risco à integridade física dos voluntários, é possível que haja um certo incômodo devido ao uso do dispositivo de cabeça e óculos 3D. Caso o problema ocorra, o procedimento será imediatamente interrompido e aos voluntários será dado o tempo que julgarem necessário para retomar as atividades ou, caso prefiram, cessá-las em definitivo. Similarmente, também será concedida aos voluntários total liberdade de decisão caso, por algum motivo, optem por não responder a uma ou mais perguntas do questionário a ser aplicado após o experimento de navegação.

Todas as informações desta pesquisa serão confidenciais e serão divulgadas apenas em eventos ou publicações científicas, não havendo identificação dos voluntários, a não ser entre os responsáveis pelo estudo, sendo assegurado o sigilo sobre a sua participação. Os dados coletados nesta pesquisa (percursos identificados durante navegação em ambiente virtual e repostas em questionário subsequente à primeira), ficarão armazenados em meu computador pessoal sob a responsabilidade do pesquisador, no endereço acima informado, pelo período de mínimo 5 anos. Nada lhe será pago e nem será cobrado para participar desta pesquisa, pois a aceitação é voluntária, mas fica também garantida a indenização em casos de danos, comprovadamente decorrentes da participação na pesquisa, conforme decisão judicial ou extra-judicial. Se houver necessidade, as despesas para a sua participação serão assumidas pelos pesquisadores (ressarcimento de transporte e alimentação). Em caso de dúvidas relacionadas aos aspectos éticos deste estudo, você poderá consultar o Comitê de Ética em Pesquisa envolvendo seres humanos na Fundaj (CEP/Fundaj) no endereço: **(Av. Dezessete de Agosto, 2187, Casa Forte, Recife-PE, CEP: 52061-540, Tel.: (81) 3073-636 – e-mail: cep.fundaj@fundaj.gov.br).**

AnaluisaO.Rolim

_____

(assinatura do pesquisador)

CONSENTIMENTO DA PARTICIPAÇÃO DA PESSOA COMO VOLUNTÁRIO (A)

Eu, Matheus Medeiros, CPF 111.732.024-39, abaixo assinado, após a leitura (ou a escuta da leitura) deste documento e de ter tido a oportunidade de conversar e ter esclarecido as minhas dúvidas com o pesquisador responsável, concordo em participar do estudo **"**A Experiência espacial na galeria progressiva: morfologia e neurociência aplicadas no entendimento das relações entre visitante em espaços expositivos de sequência ininterrupta", como voluntário (a). Fui devidamente informado (a) e esclarecido (a) pelo(a) pesquisador (a) sobre a pesquisa, os procedimentos nela envolvidos, assim como os possíveis riscos e benefícios decorrentes de minha participação. Foi-me garantido que posso retirar o meu consentimento a qualquer momento, sem que isto leve a qualquer penalidade ou interrupção de meu acompanhamento/ assistência/tratamento.

Local e data Recife, 24 de Novembro, 2019
Assinatura do participante: Matheus M.

Impressão digital (opcional)

Presenciamos a solicitação de consentimento, esclarecimentos sobre a pesquisa e o aceite do voluntário em participar. (02 testemunhas não ligadas à equipe de pesquisadores):

Nome: Larissa Ferreira Falavigna	Nome: André Felipe da Silva Figueiredo
Assinatura: Larissa F. Falavigna	Assinatura: André Felipe da Silva Figueiredo

ANEXO H

Programa de Pós-graduação em Desenvolvimento Urbano
Universidade Federal de Pernambuco

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

(PARA MAIORES DE 18 ANOS OU EMANCIPADOS)

Convidamos o (a) Sr. (a) para participar como voluntário (a) da pesquisa **"**A Experiência espacial na galeria progressiva: morfologia e neurociência aplicadas no entendimento das relações entre visitante em espaços expositivos de sequência ininterrupta", que está sob a responsabilidade do (a) pesquisador (a) Ana Luisa Oliveira Rolim, residente à rua Luiz Pimentel, 124, Boa Viagem, Recife-PE, 51020-350, telefone 81.99639.8995, e-mail analuisanyc@gmail.com.

Todas as suas dúvidas podem ser esclarecidas com o responsável por esta pesquisa. Apenas quando todos os esclarecimentos forem dados e você concorde com a realização do estudo, pedimos que rubrique as folhas e assine ao final deste documento, que está em duas vias. Uma via lhe será entregue e a outra ficará com o pesquisador responsável.

Você estará livre para decidir participar ou recusar-se. Caso não aceite participar, não haverá nenhum problema, desistir é um direito seu, bem como será possível retirar o consentimento em qualquer fase da pesquisa, também sem nenhuma penalidade.

INFORMAÇÕES SOBRE A PESQUISA:

O objetivo geral do estudo é analisar a experiência espacial em um tipo de espaço expositivo denominado galeria progressiva, avaliando em que medida é possível conciliar a facilidade de navegação que este tipo de galeria apresenta à oferta de mais opções de rotas e presença de usuários, ao mesmo tempo que seja mantido um bom nível de foco de interesse dos visitantes com o espaço e obras de arte. O estudo traz como inovação o uso da imersão em realidade virtual e a união entre os campos da arquitetura e neurociência, que tem o potencial de informar sobre experiências cognitivas produzidas pelo cérebro humano em ambientes construídos, levando não só ao entendimento, mas inclusive à produção de espaços mais compatíveis ao bom desempenho de funções humanas.

Visando complementar a análise morfológica dos espaços, a participação de seres humanos no referido estudo será na navegação em três ambientes virtuais de galerias de arte enquanto é medido o nível do seu foco de atenção no espaço e em obras de arte neste localizadas. Durante a navegação os voluntários usarão um *headphone* sem fio, conectado via *bluetooth* ao telefone celular do pesquisador, para monitoramento da atividade em seu cérebro, além de um par de óculos 3D e um controle de mão do tipo *joystick*. Após a navegação, os voluntários deverão responder um questionário sobre os espaços que percorreram, apontando, nestes, locais e obras de arte que mais e menos gostou, que visualizou com maior e menor clareza, e em que posições faria uma fotografia do espaço e de si mesmo (*selfie*). Caso a galeria virtual visitada tenha obras de arte dispostas, estas serão telas de autoria da artista plástica norte-americana, Zoe Leonard, que tem adotado os temas de masculinidade versus feminilidade e os desafios de ser jovem, possuindo obras exibidas internacionalmente desde 1990 em renomados museus.

Os voluntários podem esperar como benefício maior contribuir com um estudo que visa estimular o entendimento e produção de espaços mais adequados às atividades humanas, tendo acesso a dispositivos avançados de medição do impacto da experiência humana em ambientes construídos, o que, poderia, de alguma forma, estimulá-los rumo a futuras explorações desta natureza. Quanto aos possíveis desconfortos e riscos decorrentes do estudo, levando-se em conta que é uma pesquisa, e os resultados positivos ou negativos somente serão obtidos após a sua realização, mesmo que não esteja previsto nenhum risco à integridade física dos voluntários, é possível que haja um certo incômodo devido ao uso do dispositivo de cabeça e óculos 3D. Caso o problema ocorra, o procedimento será imediatamente interrompido e aos voluntários será dado o tempo que julgarem necessário para retomar as atividades ou, caso prefiram, cessá-las em definitivo. Similarmente, também será concedida aos voluntários total liberdade de decisão caso, por algum motivo, optem por não responder a uma ou mais perguntas do questionário a ser aplicado após o experimento de navegação.

Todas as informações desta pesquisa serão confidenciais e serão divulgadas apenas em eventos ou publicações científicas, não havendo identificação dos voluntários, a não ser entre os responsáveis pelo estudo, sendo assegurado o sigilo sobre a sua participação. Os dados coletados nesta pesquisa (percursos identificados durante navegação em ambiente virtual e repostas em questionário subsequente à primeira), ficarão armazenados em meu computador pessoal sob a responsabilidade do pesquisador, no endereço acima informado, pelo período de mínimo 5 anos. Nada lhe será pago e nem será cobrado para participar desta pesquisa, pois a aceitação é voluntária, mas fica também garantida a indenização em casos de danos, comprovadamente decorrentes da participação na pesquisa, conforme decisão judicial ou extra-judicial. Se houver necessidade, as despesas para a sua participação serão assumidas pelos pesquisadores (ressarcimento de transporte e alimentação). Em caso de dúvidas relacionadas aos aspectos éticos deste estudo, você poderá consultar o Comitê de Ética em Pesquisa envolvendo seres humanos na Fundaj (CEP/Fundaj) no endereço: **(Av. Dezessete de Agosto, 2187, Casa Forte, Recife-PE, CEP: 52061-540, Tel.: (81) 3073-636 – e-mail: cep.fundaj@fundaj.gov.br).**

Analuisa O. Rolim

_____

(assinatura do pesquisador)

CONSENTIMENTO DA PARTICIPAÇÃO DA PESSOA COMO VOLUNTÁRIO (A)

Eu, Vanessa Sales, CPF 103.146.664-94, abaixo assinado, após a leitura (ou a escuta da leitura) deste documento e de ter tido a oportunidade de conversar e ter esclarecido as minhas dúvidas com o pesquisador responsável, concordo em participar do estudo **"**A Experiência espacial na galeria progressiva: morfologia e neurociência aplicadas no entendimento das relações entre visitante em espaços expositivos de sequência ininterrupta", como voluntário (a). Fui devidamente informado (a) e esclarecido (a) pelo(a) pesquisador (a) sobre a pesquisa, os procedimentos nela envolvidos, assim como os possíveis riscos e benefícios decorrentes de minha participação. Foi-me garantido que posso retirar o meu consentimento a qualquer momento, sem que isto leve a qualquer penalidade ou interrupção de meu acompanhamento/ assistência/tratamento.

Impressão digital (opcional)

Local e data Recife, 21 de Novembro, 2019
Assinatura do participante: Vanessa C. Sales

Presenciamos a solicitação de consentimento, esclarecimentos sobre a pesquisa e o aceite do voluntário em participar. (02 testemunhas não ligadas à equipe de pesquisadores):

Nome: Larissa Ferreira Falavigna	Nome: André Felipe da Silva Figueiredo
Assinatura: Larissa F. Falavigna	Assinatura: André Felipe da Silva Figueiredo

ANEXO I

Programa de Pós-graduação em Desenvolvimento Urbano
Universidade Federal de Pernambuco

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

(PARA MAIORES DE 18 ANOS OU EMANCIPADOS)

Convidamos o (a) Sr. (a) para participar como voluntário (a) da pesquisa **"**A Experiência espacial na galeria progressiva: morfologia e neurociência aplicadas no entendimento das relações entre visitante em espaços expositivos de sequência ininterrupta", que está sob a responsabilidade do (a) pesquisador (a) Ana Luisa Oliveira Rolim, residente à rua Luiz Pimentel, 124, Boa Viagem, Recife-PE, 51020-350, telefone 81.99639.8995, e-mail analuisanyc@gmail.com.

Todas as suas dúvidas podem ser esclarecidas com o responsável por esta pesquisa. Apenas quando todos os esclarecimentos forem dados e você concorde com a realização do estudo, pedimos que rubrique as folhas e assine ao final deste documento, que está em duas vias. Uma via lhe será entregue e a outra ficará com o pesquisador responsável.

Você estará livre para decidir participar ou recusar-se. Caso não aceite participar, não haverá nenhum problema, desistir é um direito seu, bem como será possível retirar o consentimento em qualquer fase da pesquisa, também sem nenhuma penalidade.

INFORMAÇÕES SOBRE A PESQUISA:

O objetivo geral do estudo é analisar a experiência espacial em um tipo de espaço expositivo denominado galeria progressiva, avaliando em que medida é possível conciliar a facilidade de navegação que este tipo de galeria apresenta à oferta de mais opções de rotas e presença de usuários, ao mesmo tempo que seja mantido um bom nível de foco de interesse dos visitantes com o espaço e obras de arte. O estudo traz como inovação o uso da imersão em realidade virtual e a união entre os campos da arquitetura e neurociência, que tem o potencial de informar sobre experiências cognitivas produzidas pelo cérebro humano em ambientes construídos, levando não só ao entendimento, mas inclusive à produção de espaços mais compatíveis ao bom desempenho de funções humanas.

Visando complementar a análise morfológica dos espaços, a participação de seres humanos no referido estudo será na navegação em três ambientes virtuais de galerias de arte enquanto é medido o nível do seu foco de atenção no espaço e em obras de arte neste localizadas. Durante a navegação os voluntários usarão um *headphone* sem fio, conectado via *bluetooth* ao telefone celular do pesquisador, para monitoramento da atividade em seu cérebro, além de um par de óculos 3D e um controle de mão do tipo *joystick*. Após a navegação, os voluntários deverão responder um questionário sobre os espaços que percorreram, apontando, nestes, locais e obras de arte que mais e menos gostou, que visualizou com maior e menor clareza, e em que posições faria uma fotografia do espaço e de si mesmo (*selfie*). Caso a galeria virtual visitada tenha obras de arte dispostas, estas serão telas de autoria da artista plástica norte-americana, Zoe Leonard, que tem adotado os temas de masculinidade versus feminilidade e os desafios de ser jovem, possuindo obras exibidas internacionalmente desde 1990 em renomados museus.

Os voluntários podem esperar como benefício maior contribuir com um estudo que visa estimular o entendimento e produção de espaços mais adequados às atividades humanas, tendo acesso a dispositivos avançados de medição do impacto da experiência humana em ambientes construídos, o que, poderia, de alguma forma, estimulá-los rumo a futuras explorações desta natureza. Quanto aos possíveis desconfortos e riscos decorrentes do estudo, levando-se em conta que é uma pesquisa, e os resultados positivos ou negativos somente serão obtidos após a sua realização, mesmo que não esteja previsto nenhum risco à integridade física dos voluntários, é possível que haja um certo incômodo devido ao uso do dispositivo de cabeça e óculos 3D. Caso o problema ocorra, o procedimento será imediatamente interrompido e aos voluntários será dado o tempo que julgarem necessário para retomar as atividades ou, caso prefiram, cessá-las em definitivo. Similarmente, também será concedida aos voluntários total liberdade de decisão caso, por algum motivo, optem por não responder a uma ou mais perguntas do questionário a ser aplicado após o experimento de navegação.

Todas as informações desta pesquisa serão confidenciais e serão divulgadas apenas em eventos ou publicações científicas, não havendo identificação dos voluntários, a não ser entre os responsáveis pelo estudo, sendo assegurado o sigilo sobre a sua participação. Os dados coletados nesta pesquisa (percursos identificados durante navegação em ambiente virtual e repostas em questionário subsequente à primeira), ficarão armazenados em meu computador pessoal sob a responsabilidade do pesquisador, no endereço acima informado, pelo período de mínimo 5 anos. Nada lhe será pago e nem será cobrado para participar desta pesquisa, pois a aceitação é voluntária, mas fica também garantida a indenização em casos de danos, comprovadamente decorrentes da participação na pesquisa, conforme decisão judicial ou extra-judicial. Se houver necessidade, as despesas para a sua participação serão assumidas pelos pesquisadores (ressarcimento de transporte e alimentação). Em caso de dúvidas relacionadas aos aspectos éticos deste estudo, você poderá consultar o Comitê de Ética em Pesquisa envolvendo seres humanos na Fundaj (CEP/Fundaj) no endereço: **(Av. Dezessete de Agosto, 2187, Casa Forte, Recife-PE, CEP: 52061-540, Tel.: (81) 3073-636 – e-mail: cep.fundaj@fundaj.gov.br).**

AnaluisaO.Rolim

_____

(assinatura do pesquisador)

CONSENTIMENTO DA PARTICIPAÇÃO DA PESSOA COMO VOLUNTÁRIO (A)

Eu, Bianca Oliveira Ferreira, CPF 093 090 784 - 13, abaixo assinado, após a leitura (ou a escuta da leitura) deste documento e de ter tido a oportunidade de conversar e ter esclarecido as minhas dúvidas com o pesquisador responsável, concordo em participar do estudo "A Experiência espacial na galeria progressiva: morfologia e neurociência aplicadas no entendimento das relações entre visitante em espaços expositivos de sequência ininterrupta", como voluntário (a). Fui devidamente informado (a) e esclarecido (a) pelo(a) pesquisador (a) sobre a pesquisa, os procedimentos nela envolvidos, assim como os possíveis riscos e benefícios decorrentes de minha participação. Foi-me garantido que posso retirar o meu consentimento a qualquer momento, sem que isto leve a qualquer penalidade ou interrupção de meu acompanhamento/ assistência/tratamento.

Impressão digital (opcional)

Local e data Recife, 21 de outubro de 2019
Assinatura do participante: Bianca Oliveira Ferreira

Presenciamos a solicitação de consentimento, esclarecimentos sobre a pesquisa e o aceite do voluntário em participar. (02 testemunhas não ligadas à equipe de pesquisadores):

Nome: Larissa Ferreira Falavigna	Nome: André Felipe da Silva Figueiredo
Assinatura: Larissa F. Falavigna	Assinatura: André Felipe da Silva Figueiredo

ANEXO J

Programa de Pós-graduação em Desenvolvimento Urbano
Universidade Federal de Pernambuco

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

(PARA MAIORES DE 18 ANOS OU EMANCIPADOS)

Convidamos o (a) Sr. (a) para participar como voluntário (a) da pesquisa **"**A Experiência espacial na galeria progressiva: morfologia e neurociência aplicadas no entendimento das relações entre visitante em espaços expositivos de sequência ininterrupta", que está sob a responsabilidade do (a) pesquisador (a) Ana Luisa Oliveira Rolim, residente à rua Luiz Pimentel, 124, Boa Viagem, Recife-PE, 51020-350, telefone 81.99639.8995, e-mail analuisanyc@gmail.com.

Todas as suas dúvidas podem ser esclarecidas com o responsável por esta pesquisa. Apenas quando todos os esclarecimentos forem dados e você concorde com a realização do estudo, pedimos que rubrique as folhas e assine ao final deste documento, que está em duas vias. Uma via lhe será entregue e a outra ficará com o pesquisador responsável.

Você estará livre para decidir participar ou recusar-se. Caso não aceite participar, não haverá nenhum problema, desistir é um direito seu, bem como será possível retirar o consentimento em qualquer fase da pesquisa, também sem nenhuma penalidade.

INFORMAÇÕES SOBRE A PESQUISA:

O objetivo geral do estudo é analisar a experiência espacial em um tipo de espaço expositivo denominado galeria progressiva, avaliando em que medida é possível conciliar a facilidade de navegação que este tipo de galeria apresenta à oferta de mais opções de rotas e presença de usuários, ao mesmo tempo que seja mantido um bom nível de foco de interesse dos visitantes com o espaço e obras de arte. O estudo traz como inovação o uso da imersão em realidade virtual e a união entre os campos da arquitetura e neurociência, que tem o potencial de informar sobre experiências cognitivas produzidas pelo cérebro humano em ambientes construídos, levando não só ao entendimento, mas inclusive à produção de espaços mais compatíveis ao bom desempenho de funções humanas.

Visando complementar a análise morfológica dos espaços, a participação de seres humanos no referido estudo será na navegação em três ambientes virtuais de galerias de arte enquanto é medido o nível do seu foco de atenção no espaço e em obras de arte neste localizadas. Durante a navegação os voluntários usarão um *headphone* sem fio, conectado via *bluetooth* ao telefone celular do pesquisador, para monitoramento da atividade em seu cérebro, além de um par de óculos 3D e um controle de mão do tipo *joystick*. Após a navegação, os voluntários deverão responder um questionário sobre os espaços que percorreram, apontando, nestes, locais e obras de arte que mais e menos gostou, que visualizou com maior e menor clareza, e em que posições faria uma fotografia do espaço e de si mesmo (*selfie*). Caso a galeria virtual visitada tenha obras de arte dispostas, estas serão telas de autoria da artista plástica norte-americana, Zoe Leonard, que tem adotado os temas de masculinidade versus feminilidade e os desafios de ser jovem, possuindo obras exibidas internacionalmente desde 1990 em renomados museus.

Os voluntários podem esperar como benefício maior contribuir com um estudo que visa estimular o entendimento e produção de espaços mais adequados às atividades humanas, tendo acesso a dispositivos avançados de medição do impacto da experiência humana em ambientes construídos, o que, poderia, de alguma forma, estimulá-los rumo a futuras explorações desta natureza. Quanto aos possíveis desconfortos e riscos decorrentes do estudo, levando-se em conta que é uma pesquisa, e os resultados positivos ou negativos somente serão obtidos após a sua realização, mesmo que não esteja previsto nenhum risco à integridade física dos voluntários, é possível que haja um certo incômodo devido ao uso do dispositivo de cabeça e óculos 3D. Caso o problema ocorra, o procedimento será imediatamente interrompido e aos voluntários será dado o tempo que julgarem necessário para retomar as atividades ou, caso prefiram, cessá-las em definitivo. Similarmente, também será concedida aos voluntários total liberdade de decisão caso, por algum motivo, optem por não responder a uma ou mais perguntas do questionário a ser aplicado após o experimento de navegação.

Todas as informações desta pesquisa serão confidenciais e serão divulgadas apenas em eventos ou publicações científicas, não havendo identificação dos voluntários, a não ser entre os responsáveis pelo estudo, sendo assegurado o sigilo sobre a sua participação. Os dados coletados nesta pesquisa (percursos identificados durante navegação em ambiente virtual e repostas em questionário subsequente à primeira), ficarão armazenados em meu computador pessoal sob a responsabilidade do pesquisador, no endereço acima informado, pelo período de mínimo 5 anos. Nada lhe será pago e nem será cobrado para participar desta pesquisa, pois a aceitação é voluntária, mas fica também garantida a indenização em casos de danos, comprovadamente decorrentes da participação na pesquisa, conforme decisão judicial ou extra-judicial. Se houver necessidade, as despesas para a sua participação serão assumidas pelos pesquisadores (ressarcimento de transporte e alimentação). Em caso de dúvidas relacionadas aos aspectos éticos deste estudo, você poderá consultar o Comitê de Ética em Pesquisa envolvendo seres humanos na Fundaj (CEP/Fundaj) no endereço: **(Av. Dezessete de Agosto, 2187, Casa Forte, Recife-PE, CEP: 52061-540, Tel.: (81) 3073-636 – e-mail: cep.fundaj@fundaj.gov.br).**

AnaluisaO.Rolim

_____

(assinatura do pesquisador)

CONSENTIMENTO DA PARTICIPAÇÃO DA PESSOA COMO VOLUNTÁRIO (A)

Eu, Gabriela Andrade Borges de Souza, CPF 102.303.744-09, abaixo assinado, após a leitura (ou a escuta da leitura) deste documento e de ter tido a oportunidade de conversar e ter esclarecido as minhas dúvidas com o pesquisador responsável, concordo em participar do estudo **"**A Experiência espacial na galeria progressiva: morfologia e neurociência aplicadas no entendimento das relações entre visitante em espaços expositivos de sequência ininterrupta", como voluntário (a). Fui devidamente informado (a) e esclarecido (a) pelo(a) pesquisador (a) sobre a pesquisa, os procedimentos nela envolvidos, assim como os possíveis riscos e benefícios decorrentes de minha participação. Foi-me garantido que posso retirar o meu consentimento a qualquer momento, sem que isto leve a qualquer penalidade ou interrupção de meu acompanhamento/ assistência/tratamento.

Impressão digital (opcional)

Local e data Recife, 23 de Novembro, 2019
Assinatura do participante: Gabriela Andrade B. de Souza

Presenciamos a solicitação de consentimento, esclarecimentos sobre a pesquisa e o aceite do voluntário em participar. (02 testemunhas não ligadas à equipe de pesquisadores):

Nome: Larissa Ferreira Falavigna	Nome: André Felipe da Silva Figueiredo
Assinatura: Larissa F. Falavigna	Assinatura: André Felipe da Silva Figueiredo

ANEXO K

Programa de Pós-graduação em Desenvolvimento Urbano
Universidade Federal de Pernambuco

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

(PARA MAIORES DE 18 ANOS OU EMANCIPADOS)

Convidamos o (a) Sr. (a) para participar como voluntário (a) da pesquisa **"**A Experiência espacial na galeria progressiva: morfologia e neurociência aplicadas no entendimento das relações entre visitante em espaços expositivos de sequência ininterrupta", que está sob a responsabilidade do (a) pesquisador (a) Ana Luisa Oliveira Rolim, residente à rua Luiz Pimentel, 124, Boa Viagem, Recife-PE, 51020-350, telefone 81.99639.8995, e-mail analuisanyc@gmail.com.

Todas as suas dúvidas podem ser esclarecidas com o responsável por esta pesquisa. Apenas quando todos os esclarecimentos forem dados e você concorde com a realização do estudo, pedimos que rubrique as folhas e assine ao final deste documento, que está em duas vias. Uma via lhe será entregue e a outra ficará com o pesquisador responsável.

Você estará livre para decidir participar ou recusar-se. Caso não aceite participar, não haverá nenhum problema, desistir é um direito seu, bem como será possível retirar o consentimento em qualquer fase da pesquisa, também sem nenhuma penalidade.

INFORMAÇÕES SOBRE A PESQUISA:

O objetivo geral do estudo é analisar a experiência espacial em um tipo de espaço expositivo denominado galeria progressiva, avaliando em que medida é possível conciliar a facilidade de navegação que este tipo de galeria apresenta à oferta de mais opções de rotas e presença de usuários, ao mesmo tempo que seja mantido um bom nível de foco de interesse dos visitantes com o espaço e obras de arte. O estudo traz como inovação o uso da imersão em realidade virtual e a união entre os campos da arquitetura e neurociência, que tem o potencial de informar sobre experiências cognitivas produzidas pelo cérebro humano em ambientes construídos, levando não só ao entendimento, mas inclusive à produção de espaços mais compatíveis ao bom desempenho de funções humanas.

Visando complementar a análise morfológica dos espaços, a participação de seres humanos no referido estudo será na navegação em três ambientes virtuais de galerias de arte enquanto é medido o nível do seu foco de atenção no espaço e em obras de arte neste localizadas. Durante a navegação os voluntários usarão um *headphone* sem fio, conectado via *bluetooth* ao telefone celular do pesquisador, para monitoramento da atividade em seu cérebro, além de um par de óculos 3D e um controle de mão do tipo *joystick*. Após a navegação, os voluntários deverão responder um questionário sobre os espaços que percorreram, apontando, nestes, locais e obras de arte que mais e menos gostou, que visualizou com maior e menor clareza, e em que posições faria uma fotografia do espaço e de si mesmo (*selfie*). Caso a galeria virtual visitada tenha obras de arte dispostas, estas serão telas de autoria da artista plástica norte-americana, Zoe Leonard, que tem adotado os temas de masculinidade versus feminilidade e os desafios de ser jovem, possuindo obras exibidas internacionalmente desde 1990 em renomados museus.

Os voluntários podem esperar como benefício maior contribuir com um estudo que visa estimular o entendimento e produção de espaços mais adequados às atividades humanas, tendo acesso a dispositivos avançados de medição do impacto da experiência humana em ambientes construídos, o que, poderia, de alguma forma, estimulá-los rumo a futuras explorações desta natureza. Quanto aos possíveis desconfortos e riscos decorrentes do estudo, levando-se em conta que é uma pesquisa, e os resultados positivos ou negativos somente serão obtidos após a sua realização, mesmo que não esteja previsto nenhum risco à integridade física dos voluntários, é possível que haja um certo incômodo devido ao uso do dispositivo de cabeça e óculos 3D. Caso o problema ocorra, o procedimento será imediatamente interrompido e aos voluntários será dado o tempo que julgarem necessário para retomar as atividades ou, caso prefiram, cessá-las em definitivo. Similarmente, também será concedida aos voluntários total liberdade de decisão caso, por algum motivo, optem por não responder a uma ou mais perguntas do questionário a ser aplicado após o experimento de navegação.

Todas as informações desta pesquisa serão confidenciais e serão divulgadas apenas em eventos ou publicações científicas, não havendo identificação dos voluntários, a não ser entre os responsáveis pelo estudo, sendo assegurado o sigilo sobre a sua participação. Os dados coletados nesta pesquisa (percursos identificados durante navegação em ambiente virtual e repostas em questionário subsequente à primeira), ficarão armazenados em meu computador pessoal sob a responsabilidade do pesquisador, no endereço acima informado, pelo período de mínimo 5 anos. Nada lhe será pago e nem será cobrado para participar desta pesquisa, pois a aceitação é voluntária, mas fica também garantida a indenização em casos de danos, comprovadamente decorrentes da participação na pesquisa, conforme decisão judicial ou extra-judicial. Se houver necessidade, as despesas para a sua participação serão assumidas pelos pesquisadores (ressarcimento de transporte e alimentação). Em caso de dúvidas relacionadas aos aspectos éticos deste estudo, você poderá consultar o Comitê de Ética em Pesquisa envolvendo seres humanos na Fundaj (CEP/Fundaj) no endereço: **(Av. Dezessete de Agosto, 2187, Casa Forte, Recife-PE, CEP: 52061-540, Tel.: (81) 3073-636 – e-mail: cep.fundaj@fundaj.gov.br).**

Analuisa O. Rolim

_____

(assinatura do pesquisador)

CONSENTIMENTO DA PARTICIPAÇÃO DA PESSOA COMO VOLUNTÁRIO (A)

Eu, Laís Rêgo de Moraes Guerra, CPF 074.543.494-04, abaixo assinado, após a leitura (ou a escuta da leitura) deste documento e de ter tido a oportunidade de conversar e ter esclarecido as minhas dúvidas com o pesquisador responsável, concordo em participar do estudo **"**A Experiência espacial na galeria progressiva: morfologia e neurociência aplicadas no entendimento das relações entre visitante em espaços expositivos de sequência ininterrupta", como voluntário (a). Fui devidamente informado (a) e esclarecido (a) pelo(a) pesquisador (a) sobre a pesquisa, os procedimentos nela envolvidos, assim como os possíveis riscos e benefícios decorrentes de minha participação. Foi-me garantido que posso retirar o meu consentimento a qualquer momento, sem que isto leve a qualquer penalidade ou interrupção de meu acompanhamento/ assistência/tratamento.

Local e data Recife, 23 de Novembro, 2019
Assinatura do participante: Laís Rêgo de Moraes Guerra

Impressão digital (opcional)

Presenciamos a solicitação de consentimento, esclarecimentos sobre a pesquisa e o aceite do voluntário em participar. (02 testemunhas não ligadas à equipe de pesquisadores):

Nome: Larissa Ferreira Falavigna	Nome: André Felipe da Silva Figueiredo
Assinatura: Larissa F. Falavigna	Assinatura: André Felipe da Silva Figueiredo